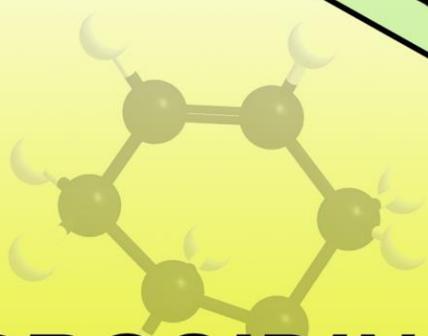
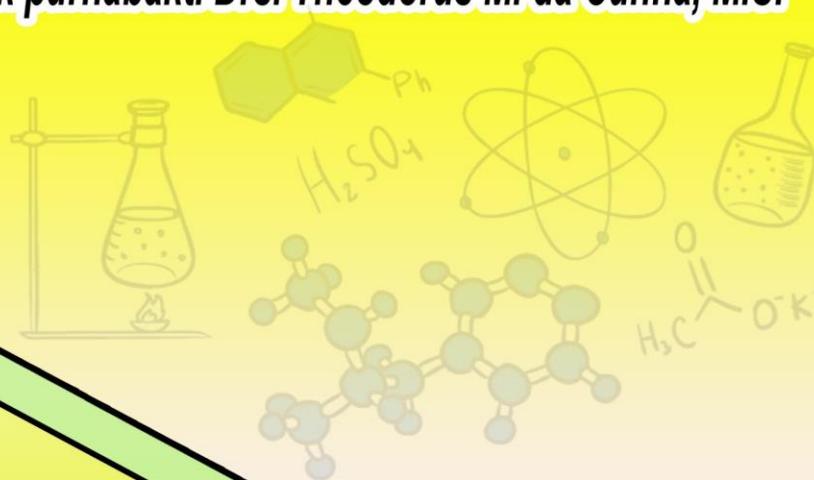




KUMPULAN MAKALAH

SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA
INOVASI DAN PEMBELAJARAN KIMIA DALAM ERA NEW NORMAL

Didedikasikan untuk purnabakti Drs. Theodorus M. da Cunha, M.Si



PROSIDING JILID 1

Diterbitkan oleh :
**PROGRAM STUDI KIMIA
FST-UNDANA
2022**

ISSN 2830-344X



*Hak Cipta Dilindungi oleh Undang-Undang
copyright©2022*



KUMPULAN MAKALAH

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA
INOVASI DAN PEMBELAJARAN KIMIA DALAM ERA NEW NORMAL**
Didedikasikan untuk purnabakti Drs. Theodorus M. da Cunha, M.Si

PROSIDING

Editor :

Dr. Febri O. Nitbani, S.Si.,M.Si
Dr.Yantus Neolaka, S.Pd.,M.Si
Dr. rer. nat. Antonius R. B. Ola, S.Si.,M.Sc
Philiphi de Rozari, S.Si.,M.Si.,M.Sc.,Ph.D
Reinner Ishaq Lerrick, S.Si.,M.Sc.,Ph.D
Fidelis Nitti, S.Si.,M.Sc.,Ph.D
Pius Dore Ola, S.Si.,M.Si.,Ph.D
Dr.Dodi Darmakusuma, S.Si.,M.Si
Dr.Suwari, S.Pd.,M.Si
Dr. Theodore Y. K. Lulan, S.Si.,M.Si

ISSN 2830-344X

*Hak Cipta Dilindungi oleh Undang-Undang
copyright©2022*

Diterbitkan oleh :
PROGRAM STUDI KIMIA
FST-UNDANA
2022

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan ke hadirat Allah Yang Maha Esa karena atas perkenanan-Nya panitia pelaksana telah menyelesaikan kegiatan Seminar Nasional Kimia I, Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana Tahun 2022. Seminar ini mempertemukan para pakar, akademisi dosen dan mahasiswa, praktisi dan professional untuk berbagi penelitian dan inovasi pembelajaran terbaru dalam bidang kimia.

Dengan kegiatan ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi peneliti dosen dan mahasiswa di lingkungan Prodi Kimia, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana untuk dapat membangun dan meningkatkan Kerjasama nasional dan internasional, dan juga meningkatkan keterbaruan dalam bidang kimia. Sasaran kegiatan ini adalah peneliti, dosen, mahasiswa sarjana dan pasca sarjana dari berbagai universitas di Indonesia.

Dengan berakhirnya kegiatan ini, panitia mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah berperan aktif dan membantu terselenggaranya kegiatan seminar nasional ini. Semoga kegiatan seminar ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang terlibat, secara khusus bagi peneliti dan mahasiswa di lingkungan Universitas Nusa Cendana.

Kupang, 31 Maret 2022

Panitia Semnas Kimia I 2022

SUSUNAN PANITIA SEMINAR

Pengarah	:	Dr. Drh. Maxs U. E. Sanam, M.Sc.
Penasehat	:	Dr. Drs. Hery L. Sianturi, M.Si.
Penanggung Jawab	:	Dr. Febri O. Nitbani, S.Si., M.Si
Ketua	:	Fidelis Nitti, S.Si., M.Sc., Ph.D
Sekretaris	:	Johnson N. Naat., S.Pd., M.Si.
Bendahara	:	Sherlly M. F. Ledoh, S.Si., M.Si.
Seksi Acara	:	Dr. Theodore Y. K. Lulan, S.Si., M.Sc. Since D. Baunsele, S.Si.
Seksi Kesekretariatan	:	Dr. Yantus Neolaka, S.Pd., M.Si Dr. Suwari, S.Pd., M.Si Philipi de Rozari, S.Si., M.Si., M.Sc., Ph.D Dr. Dodi Darmakusuma, S.Si., M.Si.
Seksi Perlengkapan, Transportasi dan Dokumentasi	:	Luther Kadang, S.TP., M.Si. Pius D. Ola, S.Si., M.Si., Ph.D Immanuel Gauru, S.Si., M.Si
Seksi Humas dan Publikasi	:	Reinner I. Lerrick, S.Si., M.Sc., Ph.D Yosep Lawa, S.Pd., M.Biotech. Dr. rer. nat. Antonius R. B. Ola, S.Si., M.Sc.
Seksi Konsumsi	:	Adolfina M. Tuhehay, A.Md Titus Lapailaka, S.Si., M.Si

INFORMASI DAN JADWAL ACARA
SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I

TEMA : “INOVASI PENELITIAN DAN PEMBELAJARAN KIMIA DALAM ERA NEW NORMAL”

WAKTU PELAKSANAAN : 31 MARET 2022

Time	Activity	Room	Mode	PIC
07.00 AM – 07.30.00 AM	On-site registration	Conference Room	On-site	Secretariat Team
07.30 AM – 07.50 AM	<ul style="list-style-type: none"> • Opening by Master of Ceremony • Traditional dance by student of KIMIA FKIP 	Conference + Zoom	Hybrid	Event Team + MC
	<ul style="list-style-type: none"> • Prayer by Ibu Sherly Ledoh, M.Sc 			
	<ul style="list-style-type: none"> • Singing Indonesian National Anthem “Indonesian Raya” 			
	<ul style="list-style-type: none"> • Speech by Kaprodi Kimia FST 			
	<ul style="list-style-type: none"> • Speech by Kaprodi Kimia FKIP 			
	<ul style="list-style-type: none"> • Speech by Dekan FST 			
	<ul style="list-style-type: none"> • Photo Session 			
	<ul style="list-style-type: none"> • Announcement by Committee 			
07.50 AM – 08.00 AM	Morning Tea Break	Conference Room (Round Table)	Onsite	Catering Service Team

08.00 AM – 09.30 AM	<p>Speaker 1 <i>Dr. Leny Yuliati</i></p> <p>Q & A</p> <p>Speaker 2 <i>Dr. Sukro Muhab, M.Si</i></p> <p>Q & A</p>	Conference Room + Zoom	Hybrid	Moderator: Pius D. Ola, S.Si., M.Si., Ph.D
09.30 AM – 10.00 AM				
10.00 AM – 11.30 AM				
11.30 AM – 12.00 AM				
12.00 AM – 01.00 PM	Lunch Break	Restaurant	On-site	Catering Service Team
01.00 PM – 02.30 PM	<p>Speaker 3 <i>Yandri D. I. Snae, S.Pd., M.T.</i></p> <p>Q & A</p>	Conference Room + Zoom	Hybrid	Moderator: Pius D. Ola, S.Si., M.Si., Ph.D
02.30 PM – 03.00 PM				
03.00 PM – 03.30 PM	<p>Speaker 4 <i>Prof. Ir.Frans Umbu Datta, M.pp.Sc., Ph.D</i></p> <p>Special speaker 5 <i>Drs. Theodorus M. da Cunha, M.Si</i></p> <p>Q & A and Wrap up</p>		Panel	Moderator: Dr. Jasman, S.Pd., M.Si
03.30 PM – 04.00 PM				
04.00 PM – 04.30 PM				
04.30 PM – 05.40 PM	Parallel session:			
	<ul style="list-style-type: none"> Room 1: Pendidikan Kimia (13) 	Conference Room 1	hybrid	Moderator 1: Arvinda C. Lalang, S.Pd., M.Pd
	<ul style="list-style-type: none"> Room 2: Kimia FST (12) 	Conference Room 1		Moderator 2: Lolita M. A. Parera, S.Si., M.PKim
<ul style="list-style-type: none"> Room 3: Kimia FST (12) 	Conference Room 2	Moderator 3: Dr. Theodore Y. K. Lulan, S.Si., M.Sc.		

	<ul style="list-style-type: none"> Room 4: Multi dicipline (13) 	Conference Room 3		Moderator 4: Titus Lapailaka, S.Si., M.Si
	<ul style="list-style-type: none"> Room 5: (online) (13) 	Zoom	Zoom	Moderator 5: Heru Christianto, S.Pd., M.Pd
05.40 PM – 05.50 PM	PERESMIAN HKI CABANG NTT	Conference Room	On-site	Reinner I. Lerick, M.Si., Ph.D
05.50 PM – 06.00 PM	Closing	Conference + Zoom	Hybrid	Event Team + MC

Kupang, 31 Maret 2022
Sie Acara

DAFTAR ISI

HALAMAN UTAMA	i
KATA PENGANTAR	ii
SUSUNAN PANITIA	iii
INFORMASI DAN JADWAL SEMINAR	iv
DAFTAR ISI	v

JUDUL ARTIKEL DAN NAMA PENULIS

EKSTRAKSI SENYAWA TURUNAN ANTRAKUINON DARI KULIT AKAR MENGGUDU (<i>Morinda citrifolia L.</i>) ASAL PULAU TIMOR APLIKASI DYE SENSITIZED SOLAR CELL (DSSC) BERBASIS SEMIKONDUKTOR SiO ₂ Amita walburga Bui, Titus Lapailaka	1 – 7
PENENTUAN TOTAL FENOLIK DAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN EKSTRAK METANOL DAUN KUMIS KUCING (<i>Orthosiphon aristatus</i>) Rosalina Y. Kurang dan Noni C. Tarmo	8-15
PENGARUH MODEL <i>DISCOVERY LEARNING</i> BERPENDEKATAN <i>SCIENTIFIC</i> TERHADAP <i>CRITICAL THINKING SKILLS</i> SISWA KELAS XI-MIA SMAN 1 PAPAR KEDIRI MATERI SENYAWA HIDROKARBON PADA ERA NEW NORMAL Ratna Kumala Dewi, Antin Cholifatul Khasanah	16– 27
PENGARUH PENGGUNAAN BIOCHAR SEKAM PADI DAN BOKASHI SEBAGAI PEMBENAH SIFAT KIMIA TANAH Martasiana Karbeka, Lidia Lanula dan Debora Lobang	28-34
HALALAN THAYYIBAN CHEMISTRY: THE TOPICS OF CHEMISTRY METHODS IN FOOD SAFETY PERSPECTIVE Luther Kadang, Abdullah Mutis, Amor Tresna Karyawati, Samudi	35-42
EKSTRAKSI SENYAWA TURUNAN ANTRAKUINON DARI KULIT AKAR MENGGUDU (<i>Morinda citrifolia L.</i>) ASAL PULAU TIMOR UNTUK APLIKASI DYE SENSITIZED SOLAR CELL (DSSC) Titus Lapailaka, Fedwin S. Loinenak, Sherlly M. F. Ledoh, Odi Th. E Selan	43-49
PENINGKATAN KUALITAS MINYAK DAUN CENGKEH MENGGUNAKAN ADSORBEN LEMPUNG TERAKTIVASI ASAM Elviana Novani, Kartini Rahman Nisa, Kristina Teresia Leto	50-55

KARAKTERISASI BIOMATERIAL HIDROKSIAPATIT DARI CANGKANG KERANG ALE-ALE PANTAI OESAPA KOTA KUPANG Ignasius Sandyawan Tolu Lele, Erich U. K. Maliwemu, Dominggus G. H. Adoe	56-62
PENGARUH KONSENTRASI <i>PUTAK</i> DAN LAMA FERMENTASI MENGGUNAKAN <i>Trichoderma reesei</i> TERHADAP KANDUNGAN GIZI <i>PUTAK</i> DI KABUPATEN KUPANG Hilda van owa, Jasman	63-68
IDENTIFIKASI METABOLIT SEKUNDER DAN UJI AKTIVITAS ANTIOKSIDAN EKSTRAK KULIT JERUK KEPROK (<i>Citrus reticulata</i>) Theodorus M. da Cunha, Suwari, Mafrit Romli Liunokas	69-77
SINTESIS ZEOLIT DARI SILIKA SEBAGAI KATALIS DALAM PEMBUATAN BIODIESEL DARI MINYAK JELANTAH Anansia Siena, Sherly M. F. Ledoh, Fidelis Nitti, Febri O. Nitbani, dan Hermania Em Wogo	78-87
SINTESIS KATALIS SILIKA TERMODIFIKASI KALSIUM OKSIDA (CaO) DAN UJI SIFAT KATALITIKNYA PADA TRANSESTERIFIKASI MINYAK JELANTAH Fridolin Efrata Tiko, Antonius R. B. Ola, Dodi Darmakusuma, Hermania Em Wogo	88-97
KOMPOSISI KIMIA DAN AKTIVITAS ANTIBAKTERI DARI INYAK ATSIRI DAUN SIKAT BOTOL (<i>Melaleuca viminalis</i>) SEBAGAI BAHAN DASAR PEMBUATAN <i>HAND SANITIZER</i> Antonius R.B. Ola, Titus Lapailaka dan Selvince T.G Appah	98-107
ANALISIS N, P DAN K PADA PUPUK ORGANIK CAIR DARI FESES SAPI DAN VARIASI PERBANDINGAN MASSA ANTARA DAUN GAMAL DAN DAUN LAMTORO Anatolius Yulianto Nabon, Philipi de Rozari, Suwari	108-117
EKSTRAKSI DAN UJI AKTIVITAS ANTIOKSIDAN EKSTRAK NON POLAR KULIT BATANG TUMBUHAN “ <i>AT ANONSE</i> ” (<i>ANNONA RETICULATA</i> L.) Noviana M. Obenu, Risna Erni Y. Adu, Yosepha A. Asni Bria	118-125
PENGARUH LAMA FERMENTASI TERHADAP KADAR ALKOHOL DAN TINGKAT KESUKAAN <i>WINE SORGUM</i> (<i>Sorghum bicolor</i> L. Moench) Yosua Mbeo, Sonya Titin Nge dan Welmince Bota	126-133

<p>FRAKSINASI DAN ANALISIS KROMATOGRAFI LAPIS TIPIS EKSTRAK UMBI BUNGA KELELAWAR HITAM (<i>Tacca chantrieri</i> André)</p> <p>Roswita L. Wusu, Antonius R. B. Ola, Mikhael F. Bitin Berek, Prisilia T. Dapa dan Yohanes G. Lamak</p>	134-139
<p>UJI KUALITAS AIR PADA MATA AIR NAIFALO DI DESA NUNSAEN KECAMATAN FATULEU TENGAH KABUPATEN KUPANG</p> <p>Seprianus Missa, Alan Ch.Sabuna dan Sonya Titin Nge</p>	140-148
<p>PENENTUAN STATUS KUALITAS AIR SUMUR GALI MENGGUNAKAN METODE INDEKS KUALITAS AIR MODIFIKASI INDONESIA (STUDI KASUS DI DESA NETEMNANU SELATAN KECAMATAN AMFOANG TIMUR KABUPATEN KUPANG)</p> <p>Yoktan Baitanu, Suwari, Fidelis Nitti</p>	149-157
<p>SINTESIS SENYAWA TURUNAN KALKON DARI VANILIN SEBAGAI KANDIDAT ANTIMALARIA</p> <p>Yohana Evianti Ose Kaha, Reinner I. Lerrick, Sherlly M.F. Ledoh</p>	158-166
<p>PEMANFAATAN LIMBAH SERBUK BESI SEBAGAI PENGUAT WARNA MERAH EKSTRAK BIJI PINANG (<i>Areca catechu L.</i>)</p> <p>Yolanda Tupu, Pius D. Ola, Fidelis Nitti</p>	167-174
<p>FRAKSINASI KARANG LUNAK EKSTRAK METANOL SARCOPHYTON SP. MENGGUNAKAN METODE VACUUM LIQUID CHROMATOGRAPHY</p> <p>Zelia Maria Eduarda Martins, Antonius R. B. Ola, Philip De Rozari, Luther Kadang</p>	175-181
<p>PEMANFAATAN ARANG AKTIF TEMPURUNG KENARI (<i>Canarium vulgare leenh</i>) TERAKTIVASI HCl SEBAGAI ADSORBEN SENYAWA FOSFAT PADA LIMBAH DOMESTIK</p> <p>Yolanda S. Mayar, Titus Lapailaka</p>	182-188
<p>ANALISIS RENDEMEN DAN MUTU MINYAK KELAPA MURNI ATAU <i>VIRGIN COCONUT OIL</i> (VCO) YANG DIBUAT DENGAN METODE PENGGARAMAN</p> <p>Clarentina Cholin, Jasman</p>	189-196

ANALISIS POTENSI <i>FLY ROCK</i> PADA KEGIATAN PELEDAKAN DI KUARI DESA LAGADAR, KECAMATAN MARGAASIH, KABUPATEN BANDUNG Woro Sundari	197-203
SINTESIS 2-MONOKAPRIN DARI ASAM KAPRAT Hendrikus Paulus Malelak, Antonius Ola, Febri Odel Nitbani	204-209
Efektifitas <i>Hand Sanitizer</i> Arak Bakar Menyala Inerie-Flores Kombinasi Ekstrak Sirih (<i>Piper betle L.</i>) terhadap Daya Hambat Pertumbuhan Bakteri <i>Staphylococcus Aureus</i> dan <i>Escherichia Coli</i> Marry Anjel Nicholin Dose Ba, Maria Katharina Longa	210-219
NEW 3-PHENYL INDOLE DERIVATIVES ASSEMBLING AS ANTITUBERCULOSIS DRUG USING QSAR AND ADMET STUDY Putra Jiwamurwa Pama Tjitda, Karol Octrisdey, Dominus Mbunga, Febri Odel Nitbani	220-229
PEMBUATAN KERTAS INDIKATOR DARI EKSTRAK DAUN BAYAM MERAH (<i>Amaranthus tricolor L.</i>) SEBAGAI INDIKATOR ASAM BASA ALAMI DALAM PRAKTIKUM KIMIA Maria Yuliani Anu, Maria Aloisia Uron Leba, Vinsensia H. B. Hayon	230-240
PENGUJIAN MENGGUNAKAN ALUMUNIUM DALAM PENINGKATAN KADAR MANGAN DENGAN METODE PYROMETALLURGY TERMIT DARI DESA OEPUAH, KECAMATAN BIBOKI MOENLEU, KABUPATEN TIMOR TENGAH UTARA PROPINSINUSA TENGGARA TIMUR Ika Fitri Krisnasiwi, S.Si., M.Sc	241-248
PENDUGAAN POTENSI AIR TANAH MENGGUNAKAN GEOLISTRIK METODE KONFIGURASI SCHLUMBERGER DI KABUPATEN SUMBA BARAT PROVINSI NUSATENGGARA TIMUR Ika Fitri Krisnasiwi, S.Si., M.Sc	249-257

**EKSTRAKSI SENYAWA TURUNAN ANTRAKUINON DARI KULIT
AKAR MENGGKUDU (*Morinda citrifolia L.*) ASAL PULAU TIMOR
APLIKASI DYE SENSITIZED SOLAR CELL (DSSC) BERBASIS
SEMIKONDUKTOR SiO₂**

Amita walburga Bui, Titus Lapailaka

Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana

Email : walburga190699@gmail.com

Abstrak

Telah dilakukan penelitian dengan judul Ekstraksi Senyawa Turunan Antrakuinon Dari Kulit Akar Mengkudu (*Morinda citrifolia L.*) Asal Pulau Timor Untuk Aplikasi Dye Sensitized Solar Cell (DSSC) Berbasis Semikonduktor SiO₂. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui rendemen ekstrak metanol kulit akar mengkudu dan mengetahui kinerja senyawa ekstrak metanol kulit akar mengkudu sebagai pewarna pada sel surya. Metode yang digunakan adalah metode ekstrak dengan cara maserasi terhadap kulit akar mengkudu menggunakan pelarut metanol, Ekstrak kulit akar mengkudu menggunakan pelarut metanol diperoleh hasil rendemen sebesar 20 %.. Ekstrak metanol kulit akar mengkudu sebagai pewarna pada DSSC dapat mengkonversi energi matahari menjadi energi listrik dengan efisiensi sebesar 0,196%.

Kata kunci: *kulit akar mengkudu, DSSC, SiO₂, Metanol dan morindon.*

PENDAHULUAN

Ketersediaan energi di dunia semakin lama semakin menipis, termasuk ketersediaan sumber energi yang masih tergantung pada sumber bahan bakar fosil. Cadangan sumber energi fosil di seluruh dunia terhitung sejak 2002 yaitu 40 tahun untuk minyak, 60 tahun untuk gas alam dan 200 tahun untuk batu bara [16]. Untuk mencukupi kebutuhan energi tersebut, dilakukan berbagai energi alternatif diantaranya pemanfaatan energi terbarukan seperti energi surya, biomassa, panas bumi, energi air dan energi samudera [18].

Prinsip kerja dari sel surya yaitu mengkonversi energi matahari menjadi energi listrik dengan bantuan semikonduktor dan zat warna. Bahan semikonduktor yang biasanya digunakan berupa TiO₂, ZnO, SiO₂ dan SnO₂. Menurut Aprilla dan Haris (2016), terdapat beberapa metode yang dipakai untuk preparasi elektroda SiO₂ diantaranya *slip casting*, *spin coating*, *spray coating* dan *doctor blade*. *Doctor blade* merupakan salah satu metode yang sangat mudah penggunaannya, peralatannya murah dan ukuran ketebalan dari semikonduktor dapat dikontrol [1].

DSSC merupakan teknologi sel surya yang sedang banyak dikembangkan saat ini, hal ini karena DSSC tidak memerlukan bahan semikonduktor dengan kemurnian yang tinggi sehingga proses produksi yang murah dan biaya produksi yang relatif lebih rendah jika dibandingkan dengan sel surya jenis lainnya. Sehingga DSSC sangat potensial untuk dijadikan sebagai sel surya generasi mendatang.

Pada dasarnya prinsip kerja DSSC merupakan suatu siklus transfer elektron oleh komponen-komponen DSSC [8]. Komponen penyusun DSSC terdiri dari gelas transparan konduktif, semikonduktor, pewarna, elektrolit, dan katalis counter elektrode. Pada DSSC, absorpsi cahaya dan transfer muatan listrik terjadi pada proses yang terpisah. Absorpsi cahaya dilakukan oleh molekul zat warna dan transfer muatan oleh semikonduktor anorganik nanokristal yang memiliki celah pita lebar sebesar 3,2 eV (energi celah). Salah satu semikonduktor yang berpotensi untuk dikembangkan sebagai sel material DSSC adalah SiO₂. SiO₂ merupakan salah satu bahan semikonduktor yang memiliki band gap yang lebar dan mampu memberikan efisiensi yang baik, memiliki fase Kristal yang reaktif terhadap cahaya, bersifat inert, tidak berbahaya dan murah [4].

SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I UNIVERSITAS NUSA CENDANA Kupang, 31 Maret 2022

Penggunaan SiO_2 dalam DSSC harus memiliki permukaan yang luas, sehingga Dye yang terabsorpsi lebih banyak meningkatkan arus. Selain elektroda Zat warna juga memiliki peran yang sangat besardalam meningkatkan efisisensi DSSC yang berfungsi untuk mengabsorpsi cahaya.

Zat warna yang efisien digunakan adalah ruthenium kompleks. Namun jenis ini sulit disintesis karena harganya yang mahal dan masih mengandung logam berat. Sehingga dilakukan alternatif lain yaitu menggunakan zat warna alami sebagai pewarna yang ramah dan baik bagi lingkungan, mempunyai nilai pencemaran yang relatif rendah, mudah terdegradasi secara biologis, dan tidak beracun [3] Zat warna alami ini terdapat pada buah-buahan, daun, bunga, kulit, biji dan akar. Dye alami ini terdapat dari hasil ekstraksi dari bahan alam seperti teh hijau, kol merah, buah manggis, blacbarry mengkudu, dan mangga [11].

Pada penelitian ini peneliti menggunakan ekstrak akar mengkudu (*Morinda citrifolia L.*) sebagai Dye atau pewarna. Kulit akar mengkudu dapat mengandung senyawa morindon dan morindin yang dapat digunakan sebagai sumber zat pewarna untuk tekstil [19]. Morindon dan morindin merupakan turunan dari antrakuinon [5]. Kedua senyawa ini dapat digunakan untuk mewarnai kain. Kedua senyawa ini juga dapat menghasilkan warna yang berbeda yang mana senyawa morindon menghasilkan warna kuning, sedangkan pada senyawa morindin menghasilkan warna merah. Berdasarkan uraian di atas maka perlu untuk mengekstraksi Senyawa Turunan Antrakuinon Dari Kulit Akar Mengkudu (*Morinda citrifolia L.*) Asal Pulau Timor Untuk Aplikasi Dye Sensitized Solar Cell (DSSC) Berbasis Semikonduktor SiO_2 .

METODE

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain blender, gelas beker, kolom, pengaduk, neraca analitik, corong, kertas saring, termometer, penjepit, mortar, tanur, statif, penjepit, pipet, tabung reaksi, multimeter, lampu halogen 10 W, batang magnet, spektrofotometer UV-Vis, *hot plate* dan *stirrer*.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu SiO_2 , kulit akar Mengkudu dari Desa Makir Kab. Belu, NTT, akuades, metanol, *polyvinyl alcohol* (PVA), asetonitril, grafit, kaca ITO, isolasi, aluminium *foil*, tisu, kertas label, silika gel, kertas saring, *n*-heksana dan etil asetat.

Prosedur Kerja Persiapan sampel

Sampel akar Mengkudu diambil, kemudian dicuci dengan air untuk menghilangkan zat-zat pengotor. Selanjutnya dibilas dengan akuades dan dikeringkan dibawah sinar matahari selama satu hari. Kemudian sampel digerus bagian kulit akarnya, dijemur dibawah sinar matahari dan dihaluskan dengan blender.

Ekstraksi zat warna

Ekstraksi zat warna pada kulit akar Mengkudu dilakukan maserasi dengan rasio 3 kali selama 1 minggu. Sebanyak 100 gr sampel dimaserasi dengan metanol sebanyak 1 Liter dan disaring. Proses ini diulang hingga filtratnya berwarna bening. Semua filtrat yang diperoleh digabungkan dan dipekatkan dengan *rotary evaporator*. Setelah diperoleh ekstrak metanol, dihitung rendemen dan kemudian dipisahkan dengan kolom kromatografi.

Pemisahan Dengan Kolom Kromatografi. KLT Dan Uji Fitokimia

Sebanyak 200 gram silika diambil dan dioven pada suhu 105°C selama 24 jam. Kemudian dirangkai kolom kromatografi. Tabung kolom yang digunakan dicuci kemudian dikeringkan, selanjutnya dimasukkan kapas secukupnya. Dimasukan silika sampai mencapai $\frac{3}{4}$ panjang kolom. Selanjutnya dituangkan silika ke dalam Erlenmeyer dan dicampurkan dengan etil asetat sampai berbentuk bubuk.

Bubur silika dituangkan ke dalam kolom sampai bagian atas merata dan dibukakan sehingga jarak silika dan pelarut sekitar 1 cm. Ekstrak kental metanol hasil evaporasi dimasukkan ke dalam kolom secara merata dan dialiri eluen etil asetat : *n*-heksan (1:4) serta dibuka kran. Hasil kolom ditampung pada tabung reaksi berdasarkan urutan penomoran. Uji KLT dilakukan untuk mendapatkan nilai faktor retensi. Selanjutnya diuji fitokimia dengan basa KOH 10 %. Sampel dengan warna noda dan faktor retensi yang sama di gabung dan dievaporasi. Kemudian dianalisis dengan spektrofotometer UV-Vis serta dihitung rendemen.

SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I UNIVERSITAS NUSA CENDANA Kupang, 31 Maret 2022

Pembuatan elektrolit

Elektrolit yang digunakan ialah Iodida/Triiodida dengan cara mencampurkan 0,83 gram KI dengan 10 mL asetonitril lalu diaduk. Setelah itu ditambahkan 0,127 gram I₂ dan diaduk hingga Homogen.

Pembuatan elektroda lawan karbon

Sebagai sumber karbon digunakan grafit dari baterai. Grafit digerus dengan menggunakan mortarsampai halus. Kemudian ditimbang sebanyak 0,5 gram serbuk PVA dicampur dengan 4,5 mL akuades dan dipanaskan pada suhu 80 °C sampai tercampur sempurna. Selanjutnya ditambahkan 4,5 gram grafit karbon, hasil campuran kemudian dilapisi pada bagian konduktif kaca dengan ukuran 2 x 2,5 cm dan dipanaskan dengan menaikkan suhu secara perlahan sampai 450 °C selama 15 menit.

Preparasi pasta SiO₂

Sebanyak 0,5 gram PVA dicampur dengan 4,5 mL akuades kemudian dipanaskan pada suhu 80 °C diaduk dengan teratur, kemudian dimasukkanserbuk SiO₂ 4,5 gram dan dilakukan pengadukan sampai tercampur sempurna.

Perakitan DSSC (Maryani dkk.,2012)

Kaca ITO dibersihkan terlebih dahulu dengan menggunakan metanol, setelah itu dikeringkan selama 15 menit pada suhu 100 °C. Dibuat ukuran 2,5 x 2,5 cm untuk 2kaca, dilakukan perekatan dengan isolasi pada sisinya sehingga tersisa 2 x 2,5 cm ditengah substrat. Kemudian, Substrat dilapisi dengan pasta SiO₂ sampai rata dengan metode *doctor blade*. Selanjutnya, dikeringkan dengan *hot plate* pada suhu 300-450°C selama 1 jam. Substrat kemudian direndam pada pewarna selama 2 jam. LapisanSiO₂ ditutup dengan elektroda lawan karbon dan dijepit kedua sisinya dengan struktur *sandwich*. Elektrolit diteteskan pada celah kedua kaca secara merata dan siap diukur.

Pengujian DSSC [7]

Sel surya yang dihasilkan diukur karakteristik arus dan tegangan (I-V) dengan merangkainya dengan sebuah multimeter. Nilai arus dan tegangan sel surya diukur pada setiap posisi potensio stat yang divariasikan mula mula pada resistansi maksimum hingga nilai minimumnya. Hasil pengukuran yang diperoleh dibuat kurva I-V untuk menentukan performa energi sel surya. Dari kurva I-V diperoleh data *Open Circuit Voltage* dan *Short Circuit*. Data tersebut digunakan untuk menghitung nilai *Fill Factor* (FF) dan Efisiensi (η)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Persiapan Sampel

Sampel akar mengkudu diambil dan dicuci untuk menghilangkan kotoran- kotoran yang berupa tanah, debu, batu dan pengotor yang lainnya yang dapat mengganggu dalam proses ekstraksi. Kemudian sampel akar mengkudu yang sudah dicuci dijemur dibawah sinar matahari selama 1 hari untuk mengurangi kadar air yang akan mengganggu hasil maserasi. Setelah itu sampel dibilas menggunakan akuades tujuannya untuk menghilangkan sisa-sisa pengotor yang masih tersisa disaat pencucian sebelumnya dan dikeringkan kembali pada suhu ruang untuk mengurangi kadar air saat pencucian dan pembilasan serta kadar air yang berasal dari sampel agar mikroorganisme tidak dapat tumbuh dan berinteraksi dengan senyawa yang terkandung dalam sampel. Setelah kering sampel diblender sampai menjadi serbuk untuk memperluas permukaan sehingga mempercepat proses ekstraksi.

Ekstraksi Zat Warna

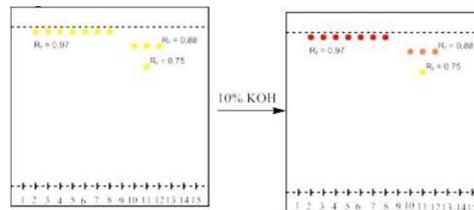
Hasil maserasi menghasilkan filtrat yang berwarna merah. Terjadinya perubahan warna ini dikarenakan adanya komponen yang telah larut dalam pelarut metanol. Kemudian hasil filtrat yang diperoleh dapat dipisahkan dari pelarutnya dengan rotary evaporator dengan suhu 60 °C. dan diperoleh hasil berupa ekstrak kental yang berwarna merah kehitaman dengan berat 20 gr. Maka hasil rendemen yang diperoleh yaitu 20 % terhadap berat sampel.

Pemisahan Dengan Kolom Kromatografi, KLT dan Uji Fitokimia

Hasil pada kolom kromatografi mulai dari tabung dengan larutan yang berwarna bening, kuning sampai coklat. Adanya perubahan warna karena menunjukkan pemisahan yang terjadi pada sampel. Untuk menggabungkan fraksi yang samadan memastikannya maka diuji dengan KLT dan uji fitokimia.

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA
Kupang, 31 Maret 2022**

Hasil uji dengan KLT dapat dilihat pada gambar 1 di bawah

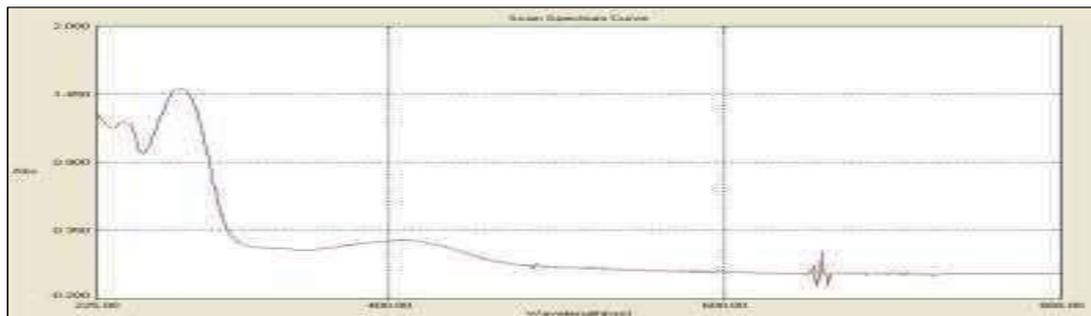


Gambar 1. Hasil KLT ekstrak metanol kulit akar mengkudu

Berdasarkan gambar 1 di atas dapat dilihat bahwa pada tabung 2-9 menunjukkan adanya noda yang berwarna kuning dengan jarak yang ditempuh noda 3,3 cm dan eluen 3,4 cm, dengan nilai retensi (R_f) sebesar 0,97. Sedangkan pada tabung 11-13 terdapat noda dengan jarak 3 cm yang mempunyai nilai R_f 0,88. Pada tabung reaksi 12 menunjukkan noda ganda yang terdapat 2 senyawa dalam reaksi tersebut. Pada tabung 2-9 dan 11-13 menunjukkan reaksi positif adanya senyawa yang diduga antrakuinon. Selanjutnya uji fitokimia memberikan hasil positif yang berwarna merah setelah menyempatkan larutan KOH 10%.

Hasil Karakterisasi Dengan UV-Vis

Hasil karakterisasi sampel ekstrak metanol kulit akar mengkudu dapat dilihat pada gambar 2 di bawah ini



Gambar 2. Spektra UV-Vis ekstrak metanol kulit akar mengkudu

Berdasarkan gambar di atas terdapat 2 puncak pada konsentrasi 0,0012% yaitu dengan puncak pertama pada panjang gelombang 274 nm dengan nilai absorbansi sebesar 1,494 dan pada puncak kedua dengan panjang gelombang 409 nm dengan nilai absorbansinya sebesar 0,273. Serapan antrakuinon pada spektrofotometer UV- Vis terletak pada daerah panjang gelombang 267-450 (Sudarsono dan Aini, 1997). Dengan demikian maka dapat disimpulkan bahwa diduga adanya senyawa turunan antrakuinon pada sampel yaitu morindon.

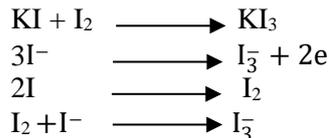
Hasil Preparasi DSSC

Preparasi pada kaca ITO dengan mengukur bagian konduktivitas dan nilai hambatan. Nilai hambatan yang digunakan pada kaca adalah untuk katoda 62 Ω dan untuk anoda 78 Ω . Ukuran kaca menjadi 2 cm x 2,5 cm karena bagian konduktif sudah diisolasi sebagai pembatas sehingga luas permukaan menjadi 5 cm². Kemudian pada bagian ini dilapisi dengan pasta SiO₂ yang menggunakan metode doctor blade. Metode ini merupakan metode yang paling mudah untuk membuat pasta merata dengan baik dan benar. Selanjutnya dipanaskan dengan menaikkan suhu secara perlahan-lahan sampai suhu mencapai 450°C. Pada suhu ini terjadi perubahan warna pada pasta SiO₂ yang mana dari warna putih-coklat-hitam-putih. Terjadi perubahan warna ini karena senyawa lain yang telah diuapkan atau adanya pengotor berupa pelarut. Setelah itu kaca direndam pada zat warna ekstrak kulit akar mengkudu selama 2 jam. Tujuan melakukan perendaman dalam waktu yang lama agar dapat menyebabkan dye yang terikat pada elektroda SiO₂ lebih besar. Semakin banyak pewarna yang terikat pada elektroda SiO₂ maka semakin banyak pula energi foton yang terserap dalam elektroda SiO₂. Hal

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA
Kupang, 31 Maret 2022**

ini dibuktikan bahwa terjadi perubahan warna merah dikarenakan adanya interaksi kovalen antara zat warna dan pasta SiO₂.

Preparasi elektroda lawan dengan penambahan larutan PVA ke dalam grafit yang telah digerus dan distirer untuk dijadikannya homogen. Kemudian dilapisi pada kaca dengan ukuran yang sama dengan elektrodakerja atau elektroda SiO₂. Lalu dipanaskan untuk menguatkan ikatan antara SiO₂ dan kaca ITO dan juga untuk menghilangkan sisa air pada larutan PVA. Penggunaan grafit ini merupakan kumpulan atom karbon yang bertujuan sebagai katalis untuk membantu triiodida sebagai penerima elektron. Elektrolit yang digunakan adalah elektrolit cair dari hasil reaksi antara KI, Asetonitril, dan I₂. Mekanisme reaksi redoks elektrolit cair.

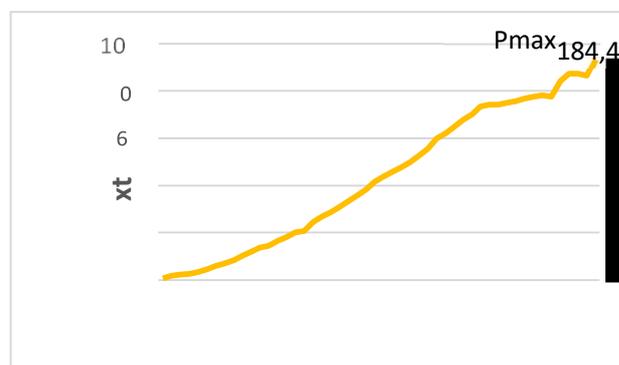


Kedua kaca elektroda ditempel dan dijempit bagian pinggirnya sehingga tidak mudah terlepas. Selanjutnya ditambahkan elektrolit pada bagian samping antara elektroda SiO₂ dan elektroda lawan. Elektrolit ini bersifat sebagai penyedia elektron untuk menggantikan elektron pada pewarna yang teroksidasi. Kemudian dijepit dengan aligator klip dan diukur arus dan tegangan menggunakan multimeter. Untuk kabel warna merah pada alligator dijepit pada elektroda lawan (katoda) sedangkan pada kabel warna hitam dijepit pada elektroda kerja (anoda).

Hasil Pengujian

Pembacaan pada arus diatur jarum pada skala 200 μA dan tegangan pada skala 200 mV. Pengukuran dimulai setiap 1 menit dengan bantuan stopwatch dan juga lampu halogen 10 Watt sebagai sumber cahaya pengganti matahari yang memiliki daya konstan. Ketika sel ditetesi larutan elektrolit, dihubungkan dengan multimeter dan disinari maka akan terjadi perubahan angka hal ini menunjukkan adanya eksitasi elektron pada pewarna oleh energi dari cahaya lampu. Ketika anoda dikenai cahaya maka energi foton diserap oleh pewarna yang telah berikatan dengan SiO₂, sehingga elektron pada pewarna memperoleh energi untuk tereksitasi. Selanjutnya elektron pada dye tereksitasi dari keadaan dasar (Highest Occupied Molecular Orbital) ke keadaan tereksitasi (Lowest Unoccupied Molecular Orbital). Kemudian elektron diinjeksi ke pita konduktivitas SiO₂ yang berperan sebagai akseptor dalam keadaan teroksidasi molekul pewarna kehilangan elektron. Terjadinya injeksi ini karena adanya ikatan antara semikonduktor dan pewarna. Selanjutnya elektron akan ditransfer melalui rangkaian luar menuju elektroda lawan. Elektron yang tereksitasi ini akan kembali ke sel sehingga bereaksi dengan elektrolit dan menuju ke pewarna yang tereksitasi. Ketika proses ini terjadi maka pada keadaan dasar terjadi hole sehingga akan terisi oleh elektron dari elektrolit redoks. Elektrolit yang digunakan ini sebagai pasangan redoks yang akan bertindak sebagai mediator penyedia elektron dan menghasilkan suatu siklus.

Berdasarkan pengujian diperoleh data arus dan tegangan. Sehingga hubungan antara hasil kali arus, waktu, dan tegangan terhadap waktu dapat dilihat dari gambar di bawah.



Gambar 3. Hasil pengujian DSSC

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA
Kupang, 31 Maret 2022**

Berdasarkan hasil pengujian, diperoleh nilai efisiensi DSSC sebesar 0,196%. Hasil ini menunjukkan nilai efisiensi DSSC cukup baik. Besar kecilnya nilai efisiensi tergantung banyak hal salah satunya yaitu banyaknya foton yang diserap oleh dye sehingga arus yang dihasilkan akan semakin besar.

KESIMPULAN

- a. Rendemen yang diperoleh dari hasil maserasi ekstrak kulit akar mengkudu (*Morinda citrifolia* L.) yang menggunakan pelarut metanol sebesar 20%
- b. Kinerja dari ekstrak methanol kulit akar mengkudu sebagai pewarna pada DSSC dapat mengkonversi energi matahari menjadi energi listrik dengan efisiensi sebesar 0,196%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aprillia, W.R., Dan Haris A., (2016). Sintesis semikonduktor TiO₂, serta aplikasi pada *dye sensitized solar cell* (DSSC) menggunakan *Dye indigocarmine*, jurnal kimia sains dan aplikasi, universitas diponegoro, Semarang.
- [2] Atun, S. (2014). Metode isolasi dan identifikasi struktur senyawa organik bahan alam, jurnal konservasi cagar budaya borobudur, jurusan pendidikan kimia, FMIPA, Universitas negeri Yogyakarta.
- [3] Fitrihana, N. 2007, Teknik Eksplorasi Zat Pewarna Alam Dari Tanaman Di Sekitar Kita Untuk Pencelupan Bahan Tekstil, (Online) .(<http://www.batikyogya.wordpress.com/2007/08/02/>) Diakses pada tanggal 20 Januari 2016
- [4] Gratzel, M. (2003) Effects of Ion Doping on the Optical Properties of Dye- Sensitized Solar Cells. *Journal of Photochemistry and Photobiology. Reviews*, 4, 145-153. [http://dx.doi.org/10.1016/S1389-5567\(03\)00026-1](http://dx.doi.org/10.1016/S1389-5567(03)00026-1)
- [5] Hamid, T. S., dan Muhlis, D., (2005). Perubahan sifat fisika kimia kain sutera akibat pewarna alami kulit akar pohon mengkudu, jurnal teknologi, Bandung.
- [6] Hardeli., Suwardani., Riky., T. Fernando., Maulidis. dan Ridwan, S. (2017). *Dye sensitized solar cell* (DSSC) berbasis nanopori TiO₂ menggunakan antosianin dari berbagai sumber alami, jurusan kimia, FMIPA UNP. Padang.
- [7] Handayani, S., Guanawan., dan Haris, A. (2013). Pengaruh pasta ZnO Dengan penambahan dishdetergent dan PVA pada kaca konduktif terhadap efisiensi *dye sensitized solar cell* dan ekstrak bunga rosella (*hibiscussabdariffa* L.), jurnal kimia sains dan aplikasi, Semarang.
- [8] Kumara, Maya SW dan Gontjang P. (2012). Studi awal fabrikasi *dye sensitized solar cell* (DSSC) dengan menggunakan ekstrak daun bayam (*amanranthus hybridus* L.) sebagai *dye sensitized* dengan variasi sumber cahaya pada DSSC. Surabaya: ITS.
- [9] Kolihar, J. N. (2019). *Dye sensitized solar cell* (DSSC) berbasis semikonduktor TiO₂ menggunakan ekstrak kulit akar mengkudu (*morinda citrifolia* L.), jurusan kimia, universitas nusa cendana. Kupang.
- [10] Loinenak, F. S. (2019). Ekstraksi senyawa turunan antrakuinon dari kulit akar mengkudu (*morinda citrifolia* L.) asal pulau timor untuk aplikasi *dye sensitized solar cell* (DSSC), jurusan kimia, universitas nusa cendana, Kupang.
- [11] Maddu, A. Zuhri., M, Irmansyah. (2007). Penggunaan ekstrak antosianin dari kulit kolmerah sebagai foto sensitized pada sel surya TiO₂ Nanokristal tersensitisasi *dye* makara teknologi ITB. Vol 11. No. 2. Hal. 78-84
- [12] Mukarromah., (2016). Pengaruh waktu perendaman nano komposit MgO- SnO₂ pada larutan ekstrak daun jati dan buah manggis terhadap efisiensi *dye sensitized solar cell* (DSSC), Skripsi, jurusan fisika, fakultas sains dan teknologi, universitas islam negeri Maulana Malik Ibrahim, Malang.
- [13] O' Regan dan Gratzel, M. (1991) A. *Low-Cost, high efficiency solar cell based on dye sensitized colloidal TiO₂ Films. Nature vol. 353. Issue 6346, 737.*
- [14] Prasatya, A. N., dan Susanti. D., (2013). Pengaruh temperatur kalsinasi kaca FTO yang di coating ZnO Terhadap efisiensi DSSC (*dye sensitized solar cell*) yang menggunakan dye dari buah terung belanda (*Solanum betaceum*), jurnal teknik pomits, Surabaya.

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA**

Kupang, 31 Maret 2022

- [15] Rukmana,R. (2002). Mengkudu budidayadan prospek agribisnis yogyakarta: kanisius.
- [16] Septina., W. Fajarisandi., D. Aditiam M. (2007). Pembuatan *prototipe solar cell* murah dengan bahan organik- Inorganik (*dye sensitized solar cell*). Laporan penelitian bidang energi.Institut teknologi bandung.
- [17] Sindora, G., Allimudin, A. H., dan Harlia, (2017). Identifikasi senyawa golongan antrakuinon pada fraksi kloroform akar kayu mengkudu (*morinda citrofolia L.*), JKK, Kimia, FMIPA, Universitas Tanjung pura.
- [18] Subodro,R., (2016). Preparasi elektro sebagai pentransfer elektro pada *dye sensitized solar cel l*(DSSC) Jurnal AUTINDO, politeknik indo nusa surakarta. Surakarta.
- [19] W.Eisten. (1866). *Ueber morindon und morindin; ein beitragsur naheren derselben. Journal praktische chemie. Volume 97. Issue 1. Eropa.*
- [20] Zamrani, R.A., Gontjang prajitno., 2013. Pembuatan dan karakterisasi prototype dye sensitized solar cell (DSSC) Meggunakan ekstrak buah manggis sebagai dye sensitized dengan metode dokter blade, jurnalsains dan senipomits, vol.1no.2.

PENENTUAN TOTAL FENOLIK DAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN EKSTRAK METANOL DAUN KUMIS KUCING (*Orthosiphon aristatus*)

Rosalina Y. Kurang dan Noni C. Tarmo

*Program Stud Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Tribuana Kalabahi
Jl. Soekarno Hatta, Batu Nirwala, Kalabahi, Alor, Nusa Tenggara Timur
E-mail: rosalinayuliana89@gmail.com*

Abstrak

Tanaman herbal merupakan salah satu sumber antioksidan alami yang memiliki peran penting dalam mencegah penyakit akibat radikal bebas. Salah jenis tanaman herbal yang sering digunakan yaitu kumis kucing (*Orthosiphon aristatus*). Bagian tanaman kumis kucing yang digunakan sebagai obat adalah daunnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui total fenolik dan aktivitas antioksidan ekstrak metanol daun kumis kucing. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu pada penentuan total fenolik dilakukan secara spektrofotometri dengan metode Folin-Ciocalteu dan uji aktivitas antioksidan dilakukan dengan metode 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH). Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak metanol daun kumis kucing mengandung golongan senyawa flavonoid, alkaloid, terpenoid dan steroid. Kandungan total fenolik yang diperoleh yaitu 70,43 mg/g dan aktivitas antioksidan memiliki nilai IC₅₀ yaitu 66,43ppm. Ekstrak metanol daun kumis kucing menunjukkan aktivitas antioksidan yang kuat.

Kata kunci: *kumis kucing (*Orthosiphon aristatus*); total fenolik; metode Folin- Ciocalteu; antioksidan; DPPH*

Abstract

[Title: Determination Of Total Phenolic And Antioxidant Activity Of Methanol Extract Of *Orthosiphon Aristatus* Leaves] Herbal plants are a source of natural antioxidants that have an important role in preventing diseases caused by free radicals. One type of herbalplant that is often used is *Orthosiphon aristatus*. The part of the *Orthosiphon aristatus* plant that is used as medicine is the leaves. This study aims to determine the total phenolic and antioxidant activity of the methanol extract of the *Orthosiphon aristatus* leaf. The method used in this study is the determination of total phenolic by spectrophotometry using the Folin-Ciocalteu method and the antioxidant activity test using the 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) method. The results showed that the methanol extract of *Orthosiphon aristatus* leaves has a group of compounds of flavonoids, alkaloids, terpenoids, and steroids. The total phenolic content obtained was 70.43 mg/g and the antioxidant activity had an IC₅₀ value of 66.43 ppm. The methanol extract *Orthosiphon aristatus* leaves showed strong antioxidant activity.

Keywords: *Orthosiphon aristatus; total phenolic; Folin-Ciocalteu method; antioxidant; DPPH*

PENDAHULUAN

Radikal bebas merupakan senyawa yang mempunyai satu atau lebih elektron tidak berpasangan. Radikal bebas tersebut dihasilkan dari metabolisme sel yang normal dalam tubuh manusia atau bisa juga berasal dari sumber luar seperti polusi, asap rokok, radiasi dan obat yang dapat merusak sel dan jaringan jika terakumulasi dalam tubuh manusia [1]. Adanya kontaminan secara terus-menerus dari polusi lingkungan menyebabkan meningkatnya jumlah radikal bebas sehingga dapat merusak sel didalam tubuh. Kerusakan sel dapat mengakibatkan timbulnya penyakit degeneratif seperti penuaan dini, katarak, rematik, penyakit jantung koroner dan liver [2]. Salah satu zat yang dapat menginaktivasi reaksi oksidasi dan mencegah terbentuknya radikal bebas yaitu antioksidan [3].

Antioksidan terdiri dari antioksidan sintetik dan antioksidan alami. Antioksidan sintetik diperoleh dari hasil sintesa reaksi kimia, sedangkan antioksidan alami diperoleh dari bagian- bagian tanaman seperti kayu, kulit kayu, akar, daun, buah, bunga dan biji. Antioksidan sintetik sudah banyak digunakan dalam produk pangan baik pada minuman maupun makanan kemasan yang mana belum dapat dianggap aman bagi

SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I UNIVERSITAS NUSA CENDANA

Kupang, 31 Maret 2022

kesehatan. Terdapat beberapa contoh dari antioksidan sintetik yaitu butil hidroksil anisol (BHA), butil hidroksil toluene (BTH), dan tetra butil hidroksil quinon (TBHQ). Sedangkan antioksidan alami biasanya diperoleh dari bahan-bahan alami seperti tumbuh-tumbuhan dan buah-buahan. Antioksidan alami ini dianggap aman bagi kesehatan tubuh dikarenakan belum terkontaminasi bahan kimia serta mudah diperoleh dilingkungan sekitar. Contoh dari antioksidan alami yaitu vitamin A, C, E, antosianin, karetenoid, flavonoid, senyawa fenol dan asam folat [4]. Flavonoid adalah kelompok terbesar senyawa fenolik yaitu berupa glikosida yang terdapat secara alami dan terjadi pada bagian tanaman yang berbeda. Senyawa flavonoid memiliki banyak aktivitas biologis termasuk antimikroba, antiulcer, antiarthritic, antiangiogenik, antikanker, penghambatan protein kinase [5].

Salah satu tanaman yang dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai obat yaitu tanaman kumis kucing (*Orthosiphon aristatus*). Bagian tanaman yang sering digunakan yaitu daunnya, baik yang segar maupun yang telah dikeringkan. Tanaman kumis kucing memiliki kandungan flavonoid, asam fenolik, saponin, polifenol, kuinon, tanin, monoterpenoid-seskuiterpenoid, steroid-triterpenoid, diterpen, asam lemak, dan minyak atsiri [5,6,7]. Berdasarkan ketiga penelitian tersebut menunjukkan bahwa tanaman kumis kucing tidak mengandung alkaloid. Tanaman kumis kucing juga mengandung bioaktivitas diantaranya seperti antioksidan, hepatoprotektif, antiinflamasi, sitotoksik, antihipertensi, dan vasodilatasi [8]. Senyawa utama dalam kumis kucing adalah asam rosmarinat, danshensu, eupatorin dan sinensetin [7]. Penelitian yang dilakukan oleh [9,10,11,12,13,14,15,16] senyawa yang terkandung dalam tanaman kumis kucing berpotensi sebagai inhibitor Covid-19.

Walaupun penelitian tentang tanaman kumis kucing telah banyak dilakukan, seperti uji komposisi kimia dan bioaktivitasnya, tetapi secara kemitoksonomi perbedaan iklim suatu tempat tumbuh tumbuhan akan mempengaruhi komposisi kandungan senyawa kimia dari suatu tanaman. Efek farmakologi suatu tanaman obat tergantung pada senyawa kimia yang terkandung didalam tanaman tersebut [17]. Sementara, kandungan senyawa kimia dalam tanaman dipengaruhi oleh faktor genetik, kondisi lingkungan (tempat tumbuh, iklim), perlakuan selama masa tumbuh, kondisi (umur dan cara panen). Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan kimia, total fenolik dan aktivitas antioksidan ekstrakmetanol daun kumis kucing (*Orthosiphon aristatus*).

METODE

Alat dan bahan

Alat-alat yang digunakan adalah peralatan gelas, pipet mikro, timbangan analitik, penangas air, spektrofotometer UV-Vis. Bahan-bahan yang digunakan adalah daun kumis kucing (*Orthosiphon aristatus*), metanol (CH₃OH), asam klorida (HCl), Besi (III) Klorida (FeCl₃) Raksa (II) Klorida (HgCl₂) aquades (H₂O), asam sulfat (H₂SO₄) pekat, pereaksi mayer, serbuk magnesium (Mg), kloroform (CHCl₃), Na₂CO₃, larutan Folin-Ciocalteu, 1,1-difenil-2-pikrilhidrazyl (DPPH), dan

Prosedur penelitianPreparasi sampel

Sampel daun kumis kucing (*Orthosiphon aristatus*) dipetik, dicuci kemudian diiris dandikering anginkan sampai benar-benar kering dan dihaluskan hingga menjadi serbuk.

Ekstraksi

Sebanyak 500 gr serbuk daun kumis kucing (*Orthosiphon aristatus*), diekstraksi dengan pelarut metanol sebanyak 2 L selama 1 hari, kemudian disaring. Filtrat yang diperoleh dievaporasi sehingga diperoleh ekstrak pekat daun kumis kucing.

Uji fitokimia Uji flavonoid

Sebanyak 1 mL ekstrak dimasukkan ke tabung reaksi, kemudian ditambahkan HCl pekatsebanyak 2 tetes dan dikocok. Setelah itu, ditambahkan serbuk Mg dan dikocok kuat. Adanya kandungan flavonoid bila terdapat buih dan larutan akan mengalami perubahan warna dari warna awal hijau muda menjadi warna jingga [18].

Uji alkaloid

Sebanyak 1 mL ekstrak dimasukkan kedalam tabung reaksi dan ditambahkan 2 mL HCl, kemudian

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA
Kupang, 31 Maret 2022**

ditambahkan 2-3 tetes pereaksi Mayer. Adanya senyawa alkaloid ditunjukkan dengan endapan putih [18].

Uji terpenoid dan steroid

Sebanyak 1 mL ekstrak sampel dicampurkan dengan 1 mL larutan kloroform dan 3 mL H₂SO₄ dan dicampur sehingga membentuk lapisan. Terbentuknya endapan berwarna coklat kemerahan menandakan adanya terpenoid dan larutan berwarna hijau menunjukkan adanya steroid [19].

Analisis Penentuan Total Fenolik

Penentuan panjang gelombang maksimum asam galat

Larutan induk asam galat 500 ppm dibuat dengan melarutkan 5 mg asam galat dalam labu ukur 10 mL metanol. Kemudian diambil larutan sebanyak 0,1 mL dan dimasukkan kedalam tabung reaksi. Ditambahkan 7,9 mL akuades dan 0,5 mL larutan *Folin-Ciocalteu*. Kemudian divortex selama satu menit. Larutan di pindahkan kedalam labu takar 10 mL kemudian di cukupkan dengan larutan Na₂CO₃ 20 %. Kemudian larutan diinkubasi selama 1 menit dan diukur panjang gelombang maksimum menggunakan UVVis pada panjang gelombang 400nm– 800nm [20].

Penentuan Kandungan Fenolik Total dengan Metode Folin-Ciocalteu

Dibuat larutan asam galat dengan konsentrasi 50, 100, 150, 200 dan 250 ppm. Kemudian diambil masing-masing larutan sebanyak 0,1 mL dan dimasukkan kedalam tabung reaksi. Ditambahkan 7,9 mL akuades dan 0,5 mL larutan Folin-Ciocalteu. Kemudian divortex selama satu menit. Larutan dipindahkan ke dalam labu ukur 10 ml kemudian dicukupkan dengan larutan Na₂CO₃ 20 %. Kemudian larutan diinkubasi selama 1 menit dan diukur absorbansinya pada panjang gelombang maksimum dan didapat kurva kalibrasi asam galat serta persamaan garis linear $y = ax + b$ [20].

Uji antioksidan [21]

Larutan DPPH 0,1 mM sebanyak 2 mL dimasukkan ke dalam tabung reaksi, kemudian ditambahkan 2 mL metanol, divortex hingga homogen dan diinkubasi dalam ruangan gelap selama 30 menit dan diukur serapannya pada panjang gelombang 515 nm. Selanjutnya dibuat larutan uji sampel dengan konsentrasi 100, 50, 25 dan 12,5 ppm. Selanjutnya sebanyak 2 mL masing-masing konsentrasi larutan uji dimasukkan ke dalam tabung reaksi, ditambahkan larutan DPPH 0,1 mM sebanyak 2 mL, kemudian dikocok dengan vortex hingga homogen, lalu diinkubasi dalam ruangan gelap selama 30 menit. Selanjutnya serapan diukur pada panjang gelombang 515 nm, dilakukan sebanyak tiga kali ulangan. Aktivitas penghambat radikal (IC₅₀) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 1.

$$\% \text{ inhibisi} = \frac{(A_b - A_s)}{A_b} \times 100\% \quad (1)$$

Ket : A_b = absorbansi blanko

A_s = absorbansi sampel

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian fitokimia dilakukan untuk mengidentifikasi kandungan senyawa aktif yang terkandung dalam tumbuhan. Hasil uji fitokimia ekstrak metanol daun kumis kucing (*Orthosiphon aristatus*) dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil uji fitokimia

Fitokimia	Hasil	Keterangan
Flavonoid	Terbentuknya warna kuning	+
Alkaloid	Terbentuknya endapan putih	+
Triterpenoid	Terbentuknya warna coklat kemerahan	+
Steroid	Terbentuknya Warna hijau	+

Hasil uji fitokimia ditandai dengan adanya perubahan warna sebagai uji positifnya. Reaksi positif yang dimaksud yaitu terjadi perubahan warna pada saat pengujian golongan senyawa flavonoid, alkaloid, steroid dan triterpenoid [22]. Berdasarkan Tabel 1. diketahui bahwa kandungan golongan senyawa yang ada pada ekstrak metanol daun kumis kucing yaitu flavonoid, alkaloid, triterpenoid dan steroid. Perbedaan

SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I UNIVERSITAS NUSA CENDANA

Kupang, 31 Maret 2022

kemotaksonomi sangat berpengaruh pada kandungan metabolit sekunder yang ada pada sampel. Hal ini dibuktikan dengan penelitian yang dilakukan oleh [23] menunjukkan bahwa ekstrak metanol daun kumis kucing memiliki kandungan golongan senyawa flavonoid sedangkan steroid dan triterpenoid menunjukkan hasil negatif.

Pengujian terhadap golongan senyawa flavonoid menunjukkan hasil yang positif yaitu terbentuknya warna jingga. Perubahan warna tersebut merupakan hasil reaksi antara HCl dengan logam Mg. Senyawa flavonoid akan dioksidasi oleh Mg^{2+} dengan membentuk kompleks dengan ion magnesium. Polihidroksi dari flavon akan direduksi oleh logam magnesium dalam asam klorida sehingga membentuk garam flavilium. Flavonoid merupakan senyawa yang mengandung dua cincin aromatik dengan gugus hidroksil.

Hasil uji alkaloid dalam ekstrak metanol daun kumis kucing yaitu positif yang ditandai dengan terbentuknya endapan putih. Prinsip dari metode analisis ini adalah reaksi pengendapan yang terjadi karena adanya penggantian ligan. Perubahan warna tersebut merupakan hasil reaksi antara nitrogen pada alkaloid dengan ion logam K^+ dari kalium tetraiodomercurat (II) membentuk kompleks kalium-alkaloid yang mengendap [24].

Analisis ini didasarkan pada kemampuan senyawa steroid dan terpenoid membentuk warna oleh asam sulfat pekat yang sebelumnya dilarutkan dalam kloroform. Pengujian terhadap golongan senyawa triterpenoid menunjukkan hasil positif yaitu terbentuknya warna cokelat kemerahan. Pengujian terhadap golongan senyawa steroid menunjukkan hasil yang positif yaitu terbentuknya warna hijau. Perubahan warna tersebut terjadi karena reaksi oksidasi pada golongan senyawa melalui pembentukan ikatan rangkap terkonjugasi. Analisis senyawa didasarkan pada kemampuan senyawa tersebut membentuk warna dengan H_2SO_4 pekat dalam pelarut asam asetat anhidrat [25].

Uji kandungan total fenol bertujuan untuk mengetahui jumlah fenol yang terdapat pada sampel. Untuk menentukan kadar fenolik total, terlebih dahulu dilakukan *running* panjang gelombang larutan standar asam galat dari range 400- 800 nm menggunakan spektrofotometri UV-Vis. Panjang gelombang maksimal yang diperoleh yaitu 765 nm. Selanjutnya dilakukan pengukuran absorbansi larutan standar asam galat dari beberapa konsentrasi yang diukur pada panjang gelombang maksimal yang diperoleh. Hasil pengukuran absorbansi standar asam galat dapat dilihat pada Tabel 2.

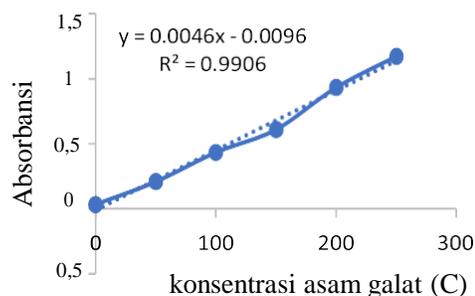
Tabel 2. Absorbansi standar asam galat

Konsentrasi asam galat ($\mu\text{g/mL}$)	Absorbansi
0	0,033
50	0,208
100	0,433
150	0,608
200	0,93
250	1,17

Hasil pengukuran absorbansi larutan standar asam galat dibuat kurva kalibrasi hubungan antara konsentrasi asam galat (C) dengan absorbansi (A) dan diperoleh persamaan garis linear. Persamaan regresi linear yang diperoleh yaitu $y = 0,0046x - 0,0096$ dengan koefisien korelasi (R) 0,9906. Kurva standar asam galat dapat di lihat pada Gambar 1.

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA**

Kupang, 31 Maret 2022



Gambar 1. Kurva standar asam galat

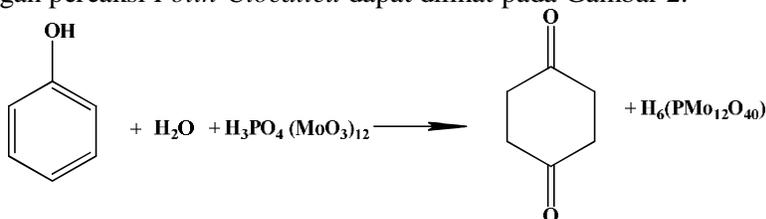
Untuk menghitung kadar total fenol, absorbansi sampel yang telah diperoleh, dimasukkan kedalam regresi linear $y = 0,0046x - 0,0096$ sebagai pengganti y sehingga diperoleh kadar ekivalen asam galat (x). Kadar ekivalen asam galat tersebut kemudian dikalikan dengan jumlah volume yang digunakan saat absorbansi di ukur yaitu 1 mL. Setelah diperoleh hasilnya maka dilakukan konversi satuan dari $\mu\text{g/mL}$ menjadi mg/g lalu dikalikan dengan faktor pengenceran 100. Kadar total fenolik dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Kadar total fenolik ekstrak metanol daun kumis kucing

Absorbansi Sampel	Kadar Asam Galat ($\mu\text{g/mL}$)	Kadar Fenolik tiap gram ekstrak (mg/g)	Rata-Rata
0,245	55,3478	73,114	
0,224	50,782	67,084	70,434
0,238	53,826	71,104	

Berdasarkan hasil perhitungan ini diperoleh kadar total fenolik ekstrak metanol daun kumis kucing sebesar 70,43 mg/g , artinya dalam setiap gram ekstrak metanol daun kumis kucing terdapat fenolik yang setara dengan 70,43 mg asam galat.

Pengukuran total fenol menggunakan metode *Folin-Ciocalteu* yang berdasarkan kekuatan mereduksi dari gugus hidroksi fenol dengan menggunakan standar asam galat. Larutan asam galat digunakan sebagai standar karena asam galat merupakan turunan dari asam hidroksibenzoat yang tergolong asam fenolik sederhana dan sebagai standar yang ketersediaan substansi yang stabil dan murni. Semua senyawa fenolik termasuk fenol sederhana dapat bereaksi dengan reagen *Folin-Ciocalteu* walaupun bukan penangkap radikal efektif. Inti aromatis pada senyawa fenolik dapat mereduksi fosfomolibdat-fosfotungstat menjadi molybdenum-tungsten. Senyawa fenolik hanya bereaksi dengan reagen *Folin-Ciocalteu* dalam suasana basa sehingga terjadi disosiasi proton pada senyawa fenolik menjadi ion fenolat. Reaksi fenol dan *Folin-Ciocalteu* menghasilkan warna kuning dan dengan menambahkan Na_2CO_3 akan memberikan warna biru. Semakin biru larutan menunjukkan semakin tingginya absorbansi [26]. Senyawa fenolat yang terkandung dalam tanaman memiliki sifat redoks, sehingga memungkinkan bertindak sebagai antioksidan [27]. Reaksi senyawa fenol dengan pereaksi *Folin-Ciocalteu* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Reaksi senyawa fenol dengan pereaksi *Folin-Ciocalteu* [23]

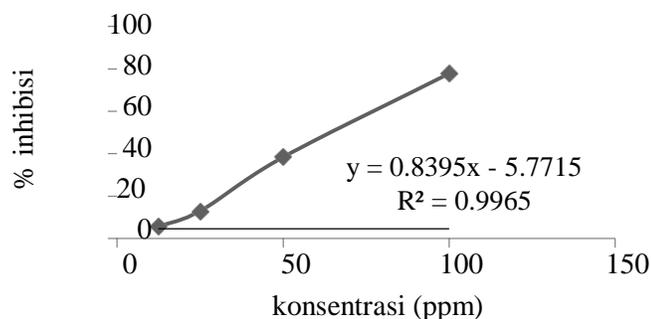
**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA
Kupang, 31 Maret 2022**

Pengujian aktivitas antioksidan dilakukan dengan metode DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazyl), dengan spektrofotometri UV-Vis pada panjang gelombang maksimum 517 nm. Prinsip dasar dalam uji antioksidan menggunakan metode DPPH adalah adanya reaksi kimia antara senyawa antioksidan dan radikal DPPH melalui mekanisme reaksi pemberian atom hidrogen oleh senyawa antioksidan ke radikal DPPH yang mengakibatkan adanya perubahan warna larutan dari ungu menjadi kuning atau dari ungu pekat menjadi ungu pudar [28]. Hasil pengukuran absorbansi dari beberapa konsentrasi sampel diperoleh nilai % inhibisi dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil pengukuran absorbansi dan % inhibisi

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi	% Inhibisi
100	0,171	77,647
50	0,472	38,235
25	0,667	12,810
12,5	0,722	5,620

Setelah diperoleh presentase inhibisi dari masing-masing konsentrasi, persamaan $y = ax + b$ ditentukan dengan perhitungan secara regresi linear dimana x adalah konsentrasi (ppm) dan y adalah presentasi inhibisi sebagaimana terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik hubungan konsentrasi ekstrak daun kumis kucing dengan %inhibisi

Berdasarkan persamaan regresi linier dari Gambar 3. diperoleh nilai IC₅₀ sebesar 66,43 ppm. yang menunjukkan bahwa ekstrak metanol daun kumis kucing memiliki aktivitas antioksidan yang kuat. Suatu senyawa antioksidan dikatakan baik jika nilai IC₅₀ semakin kecil [29].

Pada umumnya senyawa dengan tingkat aktivitas antioksidan yang kuat adalah senyawa golongan fenol yang memiliki gugus hidroksi yang tersubstitusi pada cincin benzena dengan posisi *ortodanpara* terhadap gugus -OH dan -OR. Golongan senyawa fenol dapat menangkal radikal bebas dengan menyumbangkan protonnya sehingga dapat membentuk radikal yang stabil dengan terjadinya resonansi pada cincin aromatic yang mengakibatkan terjadinya delokalisasi elektron pada elektron bebasnya [23]. Mekanisme kerja dari flavonoid sebagai antioksidan bisa secara langsung maupun secara tidak langsung. Flavonoid sebagai antioksidan secara langsung mendonorkan ion hidrogen sehingga dapat menetralkan efek toksik dari radikal bebas sedangkan secara tidak langsung dengan meningkatkan sensitivitas antioksidan endogen dan dapat dikatakan bahwa flavonoid bekerja dengan mekanisme kerja antioksidan sekunder. Senyawa fenol memiliki mekanisme penangkapan radikal bebas melalui reaksinya dengan gugus -OH, sehingga dapat dikatakan bahwa senyawa fenol bekerja dengan mekanisme kerja antioksidan sekunder. Terpenoid/steroid bekerja sebagai antioksidan dengan mekanisme kerja antioksidan primer yaitu mampu mengurangi pembentukan radikal bebas baru dengan cara memutus reaksi berantai dan mengubahnya menjadi produk yang lebih stabil [30].

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA
Kupang, 31 Maret 2022**

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa ekstrak metanol daun kumis kucing mengandung golongan senyawa flavonoid, alkaloid, terpenoid dan steroid; kandungan total fenolik bernilai 70,43 mg/g dan kandungan aktivitas antioksidan dengan nilai IC50 sebesar 66,43 ppm.

Saran dari hasil penelitian ini yaitu perlu dilakukan penelitian lanjutan tentang isolasi senyawa dan bioaktivitas lainnya dari tanaman kumis (*Orthosiphon aristatus*) dengan menggunakan variasi pelarut.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Paliwal, S. K., Sati, B., Faujdar, S., and Sharma, S. 2017. Antioxidant and Antibacterial Activities of Various Extracts of *Inula cuspidata* CB Clarke stem. *Beni-Suef University Journal of Basic and Applied Sciences*. 6 (2), 97-105. doi:10.1016/j.bjbas.2016.10.003
- [2] Rifai, G., Widarta, I.W.R., Nociantri, K.A. 2018. Pengaruh Jenis Pelarut dan Rasio Bahan dengan Pelarut Terhadap Kandungan Senyawa Ffenolik dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Bjiji Alpukat (*Persea americana* Mill.). *Jurnal ITEPA*, 7(2). h.2.
- [3] Hidayati, M. D., Ersam, T., Shimizu, K., and Fatmawati, S., 2017. Antioxidant Activity of *Syzygium polyanthum* Extracts. *Indonesian Journal of Chemistry*. 17 (1), 49-53
- [4] Eva, Agustina. 2017. Uji aktivitas senyawa antioksidan dari ekstrak daun tiin (*Ficus carica* linn) dengan pelarut air, metanol dan campuran metanol-air. *Klorofil*. 1(1). h.38
- [5] Tungmunnithum, D., Thongboonyou, A., Pholboon, A., dan Yangsabai, A. 2018. Flavonoids and Other Phenolic Compunds from Medicinal Plants for Pharmaceutical and Medical Aspects: An Overview. *Medicines*. 5(93); 2.
- [6] Surahmida, Umarudin, 2019. Studi fitokimia ekstrak daun kemangi dan daun kumis kucing menggunakan pelarut metanol. *indonesian chemistry and application journal (ICAJ)*, 3 (1): 2549-2314
- [7] Guo, Z., Liang, X., and Xie, Y. 2019. Qualitative and Quantitative Analysis on The Chemical Constituents in *Orthosiphon Stamineus* Benth. Using Ultra High-Performance Liquid Chromatography Coupled With Electrospray Ionization Tandem Mass Spectrometry. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis* 164, 135–147. <https://doi.org/10.1016/j.jpba.2018.10.023>
- [8] Faramayuda, F., Riyanti, S., Pratiwi, A.S., Mariani, T.S., Elfahmi dan Sukrasno, 2021. Isolasi Sinensetin dari Kumis Kucing (*Orthosiphon aristatus* Blume miq.) Varietas Putih. *Journal of Pharmaceutical Science and Clinical Research*, 02, 111-127 DOI: 10.20961/jpscr.v6i2.48084
- [9] Sarkar, K., and Das, R. 2020. Preliminary Identification of Hamamelitannin and Rosmarinic Acid as COVID-19 Inhibitors Based on Molecular Docking. *Letters in Drug Design & Discovery* 17. <https://doi.org/10.2174/1570180817999200802032126>
- [10] Rowaiye, Adekunle, Olukemi Onuh, Joy Oladimeji-Salami, Doofan Bur, Moses Njoku, Ifedilichukwu Nma, Comfort John, Olanike Binuyo, and Faith Pius. In silico identification of the potential natural inhibitors of SARS-CoV-2 Guanine-N7 Methyltransferase. *ChemRxiv*. 2020; 2020:1-39
- [11] Sekiou, O., Bouziane, I., Bouslama, Z., and Djemel, A. 2020. In-Silico Identification of Potent Inhibitors of COVID-19 Main Protease (Mpro) and Angiotensin Converting Enzyme 2 (ACE2) from Natural Products: Quercetin, Hispidulin, and Cirsimaritin Exhibited Better Potential Inhibition than Hydroxy-Chloroquine Against. *ChemRxiv*. <https://doi.org/10.26434/chemrxiv.12181404>
- [12] Adem, Ş., Eyupoglu, V., Sarfraz, I., Rasul, A., Zahoor, A. F., Ali, M., Abdalla, M., Ibrahim, I. M., and Elfiky, A. A. 2020. Caffeic Acid Derivatives (CAFDs) as Inhibitors of SARS CoV-2: CAFDs-Based Functional Foods as A Potential Alternative Approach to Combat COVID-19. *Phytomedicine* 153310. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.phymed.2020.153310>
- [13] Dahab, M. A., Hegazy, M. M., and Abbass, H. S. 2020. Hordatines as a Potential Inhibitor of COVID-19 Main Protease and RNA Polymerase: An In-Silico Approach. *Natural Products and Bioprospecting*. 10(6), 453–462. <https://doi.org/10.1007/s13659-020-00275-9>

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA
Kupang, 31 Maret 2022**

- [14] Narkhede, R. R., Pise, A. V, Cheke, R. S., and Shinde, S. D. 2020. Recognition of Natural Products as Potential Inhibitors of COVID-19 Main Protease (Mpro): In-Silico Evidences. *Natural Products and Bioprospecting*. 10(5), 297–306. <https://doi.org/10.1007/s13659-020-00253-1>
- [15] Sharma, A. D., and Kaur, I. 2020. Eucalyptol (1,8 cineole) from Eucalyptus Essential Oil A Potential Inhibitor of COVID 19 Corona Virus Infection by Molecular Docking Studies. *Preprints 2020030455*. <https://doi.org/10.20944/preprints202003.0455.v1>
- [16] Faramayuda, F., Mariani, T. S., Elfahmi and Sukrasno. 2021. Tropical Journal of Natural Product Research Potential of Orthosiphon aristatus Blume Miq as Antiviral: A Review. *TropJ Nat Prod Res*, 5(3):410-419. doi.org/10.26538/tjnpr/v5i3.1v
- [17] Setyorini, H.A., Arifayu Addiena Kurniatri, Rosa Adelina dan Winarsih. 2016. Karakterisasi mutu ekstrak daun sirsak (annona muricata L.) dari tiga tempat tumbuh. *Buletin Penelitian Kesehatan*, 44(4): 279 – 286
- [18] Mailuhu, M., Max, R., & Harry S. J. (2017). Skrining Fitokimia dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Metanol Kulit Batang Soyogik (Saurauia bracteosa DC). *Chem prog*, 1(10). <https://doi.org/10.35799/cp.10.1.2017.27967>
- [19] Astuti, M.D., Wulandari, M., Rosyidah, K., Nurmasari, R. 2021. Analisis proksimat dan fitokimia buah pedada (Sonneratia ovata Back.). *J. Sains dan Terapan Kimia*. 15(2): 154 – 163. DOI: 10.20527/jstk.v15i2.10728
- [20] Arrisujaya, D., Susanty, D., Kusumah, R.R. 2019. Skrining fitokimia dan kadar flavonoid total ekstrak aseton dan etil asetat biji buah bisbul (diospyros discolor) tumbuhan endemik bogor. *Cendekia Journal of Pharmacy*. 3 (2): 130-136
- [21] Pridatama, Y., Ilza, M., Edison. 2021. Studi komparatif metode dpph dan frap terhadap aktivitas antioksidan ekstrak telur keong mas (*Pomaceae cannaliculata*), *Jurnal FPK- Universitas Riau*.
- [22] Surahmaida, S., dan Umarudin, U. (2019). Studi Fitokimia Ekstrak Daun Kemangi Dan Daun Kumis Kucing Menggunakan Pelarut Metanol. *Indonesian Chemistry and Application Journal*, 3(1), 1-6.
- [23] Khadijah, Jayali, A.M., Umar, S., Sasmita, I. 2017. Penentuan total fenolik dan aktivitas antioksidan ekstrak etanolik daunsamama (anthocephalus macrophylus) asal ternate, maluku utara. *Jurnal Kimia Mulawarman*. 15(1): 11-18
- [24] Purwanto, D., Bahri, S., dan Ridhay, A. 2017. Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Buah Purnajiwa (*Kopsia arborea* Blume.) Dengan Berbagai Pelarut. *Kovalen: Jurnal Riset Kimia*, 3(1), 24-32.
- [25] Ikalinus, R., Widyastuti, S. K., dan Setiasih, N. L. E. (2015). Skrining fitokimia ekstrak etanol kulit batang kelor (*Moringa oleifera*). *Indonesia Medicus Veterinus*. 4(1), 71-79.
- [26] Senet, M.R.M., Raharja, IG.M.A.P., Darma, IK.T., dkk (2018). Penentuan Kandungan Total Flavonoid dan Total Fenol dari Akar Kersen (*Muntingia Calabura*) serta Aktivitasnya sebagai Antioksidan. *Jurnal Kimia*. 2(1); 16 dan 17
- [27] Johari, M. A., dan H. Y. Khong. 2019. Total Phenolic Content and Antioxidant and Antibacterial Activities of Pereskia bleo. *Hindawi: Advances in Pharmacological Sciences*. 2019(2019): 1-4. doi:10.1155/2019/7428593
- [28] Ngibada, K dan Lilla Puji Lestari. 2020. Aktivitas Antioksidan dan Kandungan Fenolik Total Daun Zodia (*Evodia suaveolens*). *ALCHEMY Jurnal Penelitian Kimia*. Vol. 16(1): 94- 109
- [29] Regita, K. W. (2021). Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun, Bunga, Dan Batang Pacing (*Costus Speciosus*) Dengan Metode 1, 1-Diphenyl-2-Picrylhydrazin (Dpph) (*Doctoral Dissertation*, Uin Raden Intan Lampung
- [30] Fadraersada, J., dan Rijai, L. (2016). Isolasi Senyawa Antioksidan Dari Daun Pila–Pila (*Mallotus paniculatus*). *Mulawarman Pharmaceutical Conferences IV*

**PENGARUH MODEL *DISCOVERY LEARNING* BERPENDEKATAN
SCIENTIFIC TERHADAP *CRITICAL THINKING SKILLS* SISWA
KELAS XI-MIA SMAN 1 PAPAR KEDIRI MATERI SENYAWA
HIDROKARBON PADA ERA NEW NORMAL**

Ratna Kumala Dewi, Antin Cholifatul Khasanah

*Jurusan Tadris Kimia, Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan, UIN Sayyid Ali Rahmatullah, Jl. Mayor Sujadi
Timur No. 46 Tulungagung, 66221, Indonesia
E-mail: ratnakumaladewi@uinsatu.ac.id*

Abstrak

Materi senyawa hidrokarbon merupakan salah satu materi kimia yang sulit dipahami oleh siswa karena terdiri dari rumus senyawa dan turunannya. Hal ini tentu berpengaruh terhadap critical thinking skills siswa. Pada era new normal pembelajaran dilakukan secara blended learning. Guru dituntut untuk memberikan strategi pengajaran yang lebih baik dan kreatif yaitu dengan diadakannya critical thinking test dipadukan model discovery learning berpendekatan scientific approach. Model discovery learning diterapkan agar siswa belajar mandiri menemukan konsep berbasis keilmuan berdasarkan metode ilmiah. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh model discovery learning berpendekatan scientific terhadap critical thinking siswa materi senyawa hidrokarbon. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan jenis penelitian quasi eksperimen. Teknik pengumpulan data menggunakan tes berpikir kritis, observasi dan dokumentasi. Sampel yang digunakan terdiri dari kelas eksperimen dan kelas kontrol berjumlah 72 siswa yaitu kelas XI-MIA 1 dan XI-MIA 2. Analisis data yang digunakan menggunakan uji t-test. Hasil penelitian menunjukkan bahwa critical thinking skills siswa pada materi senyawa hidrokarbon mencapai 50%. Reliabilitas instrumen soal sebesar 0,855 dengan kategori sangat tinggi. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penerapan model pembelajaran discovery learning berpendekatan scientific dapat mempengaruhi critical thinking skills siswa SMA Kelas XI-MIA di SMAN 1 Papar Kediri pada era new normal.

Kata kunci: *senyawa hidrokarbon, discovery learning, scientific approach, critical thinking*

Abstract

[The Effect Of Discovery Learning Model With Scientific Approach On Critical Thinking Skills Students of Classes XI-MIA SMAN 1 Hydrocarbon Compounds Material In The New Normal Era] Hydrocarbon compound material is a material that is difficult for students to understand because it consists of compound formulas and their derivatives. This certainly affects students' critical thinking skills. In the new normal era, learning was carried out using blended learning. Teachers were required to provide better and more creative teaching strategies, namely by holding a critical thinking test combined with a discovery learning model with a scientific approach. The discovery learning model is applied so that students learn independently to find scientific-based concepts based on the scientific method. The purpose of this study was to determine the effect of the discovery learning model with a scientific approach to the critical thinking of students on the subject of hydrocarbon compounds. This research uses a quantitative approach with a quasi-experimental type of research. Data collection techniques using critical thinking tests, observation, and documentation. The subjects of this study were students of classes XI-MIA 1 and XI-MIA 2. The sample used consisted of an experimental class and a control class of 72 students. Analysis of the data used using the t-test. The results showed that the critical thinking skills of students on the material of hydrocarbon compounds reached 50%. The reliability of the question instrument is 0.855 with a very high category. Based on the results of the study, it can be concluded that the application of the discovery learning model with a scientific approach can affect the critical thinking skills of SMA Class XI-MIA students at SMAN 1 Papar Kediri in the new normal era.

Keywords: *hydrocarbon compounds, discovery learning, scientific approach, critical thinking*

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA
Kupang, 31 Maret 2022**

PENDAHULUAN

Era new normal atau dapat diartikan sebagai era kehidupan baru yang merupakan anjuran dari pemerintah kepada masyarakat untuk melakukan aktivitas seperti biasa tetapi harus tetap mematuhi protokol kesehatan seperti memakai masker, mencuci tangan, menjaga jarak (*physical distancing*), dan pembatasan sosial (*social distancing*) [1]. *Social distancing* telah membawa dampak negatif dan positif dalam dunia pendidikan serta aspek kehidupan lain pada pandemi covid-19 [2]. Pada era new normal pemerintah mengeluarkan beberapa kebijakan contohnya Kemendikbud (Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan) mengeluarkan kebijakan mengenai pelaksanaan tahun ajaran baru, pelaksanaan pembelajaran daring, dan penggunaan layanan atau fasilitas di lingkungan sekolah [3]. Pendidikan di era *new normal* berubah dari pembelajaran tatap muka menjadi pembelajaran secara daring setelah datangnya pandemi covid-19. Pembelajaran daring pada era *new normal* mulai diterapkan pada seluruh jenjang pendidikan mulai dari SD hingga Universitas [4]. Para *stakeholder* dalam dunia pendidikan sedang berupaya mencari solusi tentang proses pembelajaran pada era *new normal* [5].

Guru/pendidik adalah tokoh terdepan dalam dunia pendidikan yang bertugas untuk mendidik, mengajar, melatih, memberi arahan, bimbingan, memberi penilaian serta mengevaluasi pekerjaan siswa dan harus terus berupaya meskipun tatanan pembelajaran berubah [6](Putria et al., 2020). Dunia Pendidikan khususnya mata pelajaran kimia harus mampu menyesuaikan diri dengan perkembangan teknologi (ICT) (Dewi et al. 2019) . Pendidik membutuhkan media pembelajaran untuk memfasilitasi guru mengajar dan siswa dapat belajar dengan baik [8].

Guru/Pendidik memiliki peran penting dalam kegiatan pembelajaran daring dalam rangka untuk membuat siswa lebih memahami materi yang diajarkan melalui teknologi yang ada [9]. Teknologi dapat mempermudah proses pembelajaran dengan siswa pada era *new normal* [10]. Pada era *new normal* pembelajaran daring adalah sistem pembelajaran tanpa tatap muka langsung antara guru dengan siswa tetapi dilakukan melalui online atau internet [11].

Pelaksanaan pembelajaran secara daring membutuhkan fasilitas penunjang, seperti laptop, smartphone, maupun tablet yang dapat dipergunakan untuk mengakses informasi kapanpun dan dimanapun [12]. Siswa dapat melakukan interaksi dengan guru dengan beberapa aplikasi teknologi yang sudah ada seperti *video conference*, *zoom*, *google classroom*, *Edmodo*, telepon atau *live chat*, maupun *whatsapp group* [13]. Aplikasi teknologi ini merupakan inovasi dalam bidang pendidikan untuk menjadi media belajar yang lebih variatif. Keberhasilan dari model maupun media pembelajaran tergantung dari kemauan belajar siswa [14]. Permasalahan yang terjadi adalah pada masa pandemi ini adalah banyak siswa yang kesulitan dalam belajar secara mandiri (daring) karena mungkin didaerahnya tidak terdapat sinyal, sarana prasarana tidak memadai, dan kurangnya dukungan orangtua, dll seperti masalah yang terdapat pada sekolah SMA 1 Papar Kediri [15].

SMA 1 Papar merupakan salah satu sekolah negeri yang berada di Kabupaten Kediri. Sekolah ini terus berupaya untuk beradaptasi dengan lingkungan pembelajaran era *new normal* meskipun banyak kendala dan hambatan baik dari guru maupun siswa. Hasil observasi di sekolah pada era new normal sekolah ini sudah memasukkan siswanya berdasarkan absen ganjil genap. Hal ini dilakukan agar siswa tetap dapat mengikuti pelajaran di sekolah meskipun bergantian dengan temannya. Pembelajaran kimiapun menjadi terhambat karena kimia merupakan salah satu materi yang sulit untuk dipahami siswa. Terdapat banyak istilah, reaksi kimia, rumus-rumus, senyawa, dan hafalan yang tentunya jika tidak diterangkan secara langsung dan sering latihan siswa tidak akan faham dengan benar inilah yang menyebabkan kurangnya *critical thinking skills* siswa terutama pada kelas XI MIA [7]. Siswa cenderung pasif dalam pembelajaran daring. Pada saat zoom meeting siswa jarang aktif bertanya dan menjawab. Siswa cenderung hanya mendengarkan pelajaran dari guru sehingga *critical thinking skills* siswa kurang.

Pelajaran kimia dianggap sebagai mata pelajaran yang sulit dipahami oleh siswa. Banyak siswa terutama pada jenjang Sekolah Menengah Atas (SMA), merasa kesulitan dalam memahami pelajaran kimia. Salah satu alasan karena ada banyak siswa SMA yang tidak dapat membentuk pemahamannya tentang konsep dasar kimia. Ilmu kimia memiliki beberapa karakteristik diantaranya mayoritas materi kimia bersifat abstrak, melibatkan perhitungan matematis yang sulit, dan banyak melibatkan materi multiple representasi (makroskopik, submikroskopik dan simbolik) sehingga dalam memahami ilmu

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA
Kupang, 31 Maret 2022**

kimia banyak siswa yang mengalami kesulitan. Siswa mengalami kesulitan untuk belajar pelajaran kimia, dikarenakan siswa belum memahami suatu konsep kimia serta belum mampu berpikir lebih kritis dalam memahami materi kimia. Siswa pada umumnya menganggap ilmu kimia sebagai ilmu yang sulit untuk dinalar. Hal ini dapat dilihat dari proses belajar siswa yang masih rendah dalam berpikir secara kritis. Kurangnya keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran merupakan salah satu permasalahan dalam pembelajaran kimia. Hal ini berpengaruh terhadap daya serap siswa serta berfikir kritis akan suatu materi.

Proses pembelajaran kimia sering kali dikaitkan/diaplikasikan dengan kehidupan sehari-hari, namun terkadang siswa pasif dalam pembelajaran terutama berpikir kritis terkait materi kimia yang sedang dipelajari. Disisi lain guru bertugas sebagai sumber utama belajar harus menyajikan

pengetahuan kepada siswa kemudian siswa memperhatikan penjelasan guru. Kegiatan pembelajaran yang seperti ini masih kurang mengembangkan interaksi antar siswa, antara siswa dengan guru, dan sumber belajar pada suatu lingkungan pendidikan. Selain itu, pembelajaran hanya pernah dilakukan beberapa kali pertemuan bahkan kegiatan praktikum hanya dilakukan pada materi-materi tertentu saja. Hal ini yang dapat menyebabkan tingkat *critical thinking skills* siswa kurang berkembang dan kurang mengajak siswa untuk lebih aktif dalam proses pembelajaran.

Salah satu materi kimia yang dirasa sulit untuk dipelajari oleh siswa adalah materi Hidrokarbon [16]. Hidrokarbon merupakan materi SMA IPA kelas XI semester ganjil. Banyak siswa yang mengalami miskonsepsi pada materi senyawa hidrokarbon terutama pada jenis atom karbon, kekhasan atom karbon, struktur tata nama, sifat fisika, isomer, dan reaksi senyawa hidrokarbon [17]. Miskonsepsi materi hidrokarbon dapat diatasi dengan menggunakan media dan model pembelajaran yang tepat [18]. Salah satu model pembelajaran yang dapat digunakan untuk mengatasi miskonsepsi pada siswa adalah *discovery learning*. Model pembelajaran *discovery learning* merupakan model pembelajaran yang mengajak siswa secara langsung untuk menemukan prinsip dan konsep melalui observasi, pengelompokan dan menyimpulkan [19]. Model *discovery learning* akan membuat siswa menjadi lebih aktif dengan pendekatan saintifik (*scientific approach*) [20]. Pendekatan saintifik merupakan metode pembelajaran yang didasarkan pada proses keilmuan dengan langkah kegiatan mulai dari merumuskan masalah, hipotesis, pengumpulan data, analisis data, hingga menarik simpulan [21].

Pendekatan saintifik tidak hanya diterapkan pada bidang sains terapan saja, namun dapat diterapkan pada semua bidang keilmuan termasuk kimia. Hal penting pada pendekatan saintifik adalah membentuk peserta didik untuk memiliki keterampilan, sikap, dan pengetahuan yang baik sesuai tuntutan pada pendidikan abad 21 [22]. Kegiatan mempelajari ilmu kimia tidak cukup hanya dengan mempelajari konsep secara teoritis saja, tetapi juga perlu dilakukan praktek di laboratorium [23]. Pendidikan Karakter tentang kurikulum dilakukan melalui pembelajaran di kelas melalui model pembelajaran yang tepat. Guru harus dapat memilih model pembelajaran yang digunakan secara tidak langsung pada peserta didik untuk menanamkan pembentukan karakter peserta didik [24]. Melalui metode tersebut diharapkan peserta didik memiliki keterampilan yang dibutuhkan pada abad 21, seperti kecakapan berpikir kreatif (*creative thinking*), berpikir kritis (*critical thinking*), kecakapan berkomunikasi (*communication skill*), penguasaan bahasa internasional, dan kerja sama dalam pembelajaran (*collaborative learning*) [25].

Berdasarkan hasil observasi menunjukkan bahwa tingkat *critical thinking skills* siswa kelas XI MIA masih tergolong kurang maksimal terutama pada materi Hidrokarbon. Pada pembelajaran daring, siswa cenderung untuk kesulitan belajar dengan baik karena materi hidrokarbon banyak terdapat rumus dan materi yang melatih siswa untuk berpikir lebih kritis. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui proses pembelajaran daring menggunakan model *discovery learning* berpendekatan *scientific* terhadap *critical thinking skills* dan mengetahui besarnya pengaruh pembelajaran daring menggunakan model *discovery learning* berpendekatan *scientific* terhadap *critical thinking skills* siswa.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode penelitian deskriptif kuantitatif. Metode penelitian kuantitatif merupakan metode penelitian yang digunakan untuk meneliti suatu sampel atau populasi tertentu. Jenis penelitian yang digunakan adalah jenis penelitian deskriptif. Penelitian kuantitatif

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA
Kupang, 31 Maret 2022**

deskriptif pada penelitian ini dirancang untuk mengukur *critical thinking skills* siswa kelas XI MIA SMAN 1 Papar Kediri. Jenis metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah *quasi eksperimental design*. *quasi eksperimental design* memiliki kelompok kontrol tetapi tidak berfungsi sepenuhnya untuk mengontrol variabel lain yang mempengaruhi pelaksanaan eksperimen. Metode ini menganalisis tes *critical thinking skills* siswa. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh siswa kelas XI MIA SMAN 1 Papar Kediri. Sampel penelitian ini adalah salah satu kelas XI MIA 1 dan XI MIA 2. Instrumen penelitian ini meliputi lembar observasi, dokumentasi, tes berpikir kritis siswa, angket, lembar wawancara guru, dan lembar wawancara siswa. Instrumen penelitian telah divalidasi oleh validator ahli yaitu dosen dan guru mata pelajaran kimia. Dalam melakukan penelitian, peneliti terlibat langsung dalam pengumpulan data melalui tes, angket, wawancara dan dokumentasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perkembangan mengenai ilmu pengetahuan dan teknologi begitu pesat seiring dengan perkembangan abad 21 [26]. Transformasi pendidikan abad 21 mengharapakan siswa dapat bersaing secara global [27]. Dalam rangka mempersiapkan sumber daya siswa yang dapat bersaing secara global maka dapat dilakukan melalui pendidikan yaitu dengan mengembangkan keterampilan berpikir dan keterampilan memecahkan masalah terutama dalam mata pelajaran kimia [28].

Pendekatan *scientific* pada keterampilan abad 21 mendorong guru untuk dapat menerapkan 5M, yaitu mengamati, bertanya, mengumpulkan informasi, menalar, dan mengomunikasikan [29]. Melalui tahapan ini siswa dibimbing bertahap dengan mengorganisasikan dan melakukan penelitian lebih lanjut. Pendekatan saintifik dalam pembelajaran kimia akan mengarahkan siswa untuk meneliti melalui penerapan metodologi ilmiah [30]. Siswa akan secara aktif menemukan sendiri konsep-konsep dalam pembelajaran dengan pengarahan secukupnya dari guru. Proses penemuan ini dapat dilakukan dengan berbagai cara, salah satunya dengan melakukan kegiatan praktikum di laboratorium. Proses pembelajaran dengan *scientific approach* meliputi ranah psikomotorik, kognitif, dan afektif sehingga dapat membentuk siswa yang produktif, kreatif dan inovatif, melalui keterampilan, penguatan sikap, dan pengetahuan yang terintegrasi.

Berdasarkan permasalahan yang ada penerapan model pembelajaran *discovery learning* yang dipadukan dengan pendekatan ilmiah *scientific approach* dapat digunakan sebagai upaya meningkatkan *critical thinking skills* siswa. Model ini lebih mengedepankan keaktifan siswa dalam proses pembelajaran, sedangkan guru sebagai fasilitator untuk membantu siswa menemukan dan mengonstruksikan pengetahuan yang dipelajari [20]. Siswa bertugas menyimpulkan suatu karakteristik berdasarkan simulasi yang telah dilakukan.

Model pembelajaran *discovery learning* merupakan model pembelajaran yang mengikutsertakan siswa secara langsung dalam menemukan konsep-konsep dan prinsip-prinsip melalui observasi, mengelompokkan dan menghasilkan kesimpulan [31]. Pembelajaran *discovery learning* atau yang biasa disebut dengan pembelajaran penemuan dapat menjadikan siswa lebih aktif dalam menemukan suatu konsep melalui kegiatan diskusi dan mampu mengembangkan potensi dalam diri individu siswa. Selama pembelajaran

Hidrokarbon berlangsung, siswa sangat antusias dan aktif dalam mengikuti pembelajaran sehingga sangat berdampak pada peningkatan *critical thinking skills*.

Proses pembelajaran daring yang diterapkan sesuai dengan ketentuan kurikulum 2013 yaitu dengan menerapkan pendekatan saintifik (*scientific approach*). Kelima langkah pendekatan saintifik dapat dilakukan secara menyeluruh dalam proses pembelajaran materi Hidrokarbon. Hal itu bertujuan agar siswa dapat menunjukkan kinerja yang positif dan aktif dalam mengikuti pembelajaran yang diberikan. Pembelajaran dengan menggunakan pendekatan saintifik (*scientific approach*) menekankan pada pemberian pengalaman secara langsung. Contohnya dengan memberikan apersepsi atau dorongan berupa pertanyaan-pertanyaan tentang materi hidrokarbon yang ada pada kehidupan sehari-hari yang membuat siswa rasa ingin tahunya cukup tinggi, sehingga siswa akan mencari tahu dengan melalui tahapan-tahapan *scientific approach*. Peneliti memberikan soal *pre-test* dengan *design model problem solving* yang erat kaitannya dengan kimia terutama materi hidrokarbon. Selain mempermudah pemahaman siswa ketika belajar hidrokimia secara daring hal ini juga menambah pengalaman siswa dengan diterapkannya model pembelajaran lain.

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA
Kupang, 31 Maret 2022**

Proses pembelajaran daring pada era new normal merupakan model pembelajaran yang menggunakan jaringan internet dengan konektivitas, aksesibilitas, fleksibilitas dan kemampuan untuk memunculkan interaksi pembelajaran. Pembelajaran daring pada era new normal melibatkan pengajar dan siswa secara penuh. Siswa melakukan pembelajaran daring dengan mengakses dan mempelajari seluruh bahan ajar, mengerjakan tugas dan berdiskusi dengan guru/teman secara online. Pembelajaran daring dengan menggunakan model *discovery learning* dapat dikombinasikan dengan pendekatan saintifik (*scientific approach*).

Model pembelajaran *discovery learning* berpotensi untuk meningkatkan *critical thinking skills* siswa pada kelas XI-MIA 1 dan XI-MIA 2. Setelah dilakukan proses pembelajaran, persentase jumlah siswa yang mampu berpikir kritis pada kelas eksperimen mencapai 85% berada pada kategori tinggi sedangkan pada kelas kontrol mencapai 70%. Uji reliabilitas berguna untuk tingkat konsistensi suatu tes. Instrumen disebut dapat dikatakan reliabel jika menghasilkan skor yang konsisten. Rumus yang digunakan adalah rumus Alpha Cronbach dan didapatkan nilai reliabilitas sebesar 0,855. Sehingga instrumen memiliki reliabilitas sangat tinggi karena $r_{xyhitung} > r_{xytabel}$. Hasil uji reliabilitas diuraikan pada Tabel 1

Tabel 1. Hasil Uji Reliabilitas.

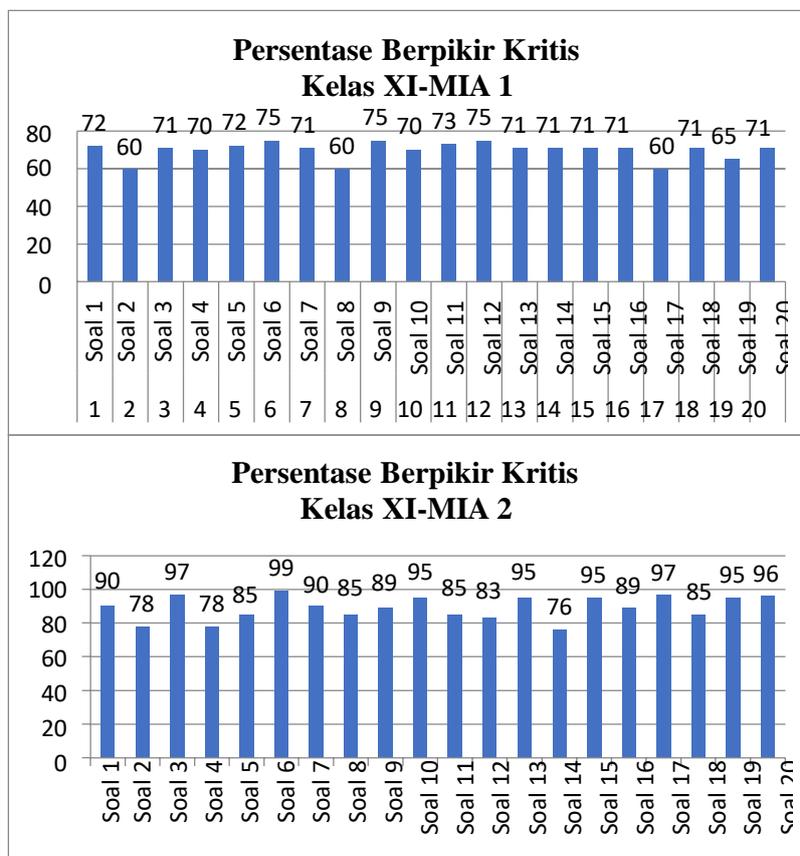
Rxyhitung	Rxtabel	Kriteria
0,855	0,339	Sangat tinggi

Tabel 2. Hasil Reliabilitas statistik

Cronbach's Alpha	N of Items
0,855	20

Analisis Critical Thinking Skills

Critical thinking skills merupakan salah satu proses berpikir tingkat tinggi yang dapat digunakan dalam pembentukan sistem konseptual siswa [32]. Keterampilan berpikir kritis dapat diketahui melalui tes berpikir kritis tertulis khususnya pada penelitian ini yang menggunakan instrumen *Critical Thinking Test* berdasarkan soal-soal HOTS. Pedoman interpretasi dan indikator berpikir kritis yang digunakan dalam penelitian ini di adopsi dari pendapat Ennis. Menurut Ennis indikator berpikir kritis adalah suatu karakteristik yang harus dapat dilakukan siswa untuk menunjukkan bahwa siswa telah memiliki kompetensi dasar. “terdapat dua belas indikator keterampilan berpikir kritis yang dirangkum dalam lima tahap” yang termuat, diantaranya *elementary clarification* (memberikan penjelasan sederhana), *the basis for the decision* (membangun ketrampilan dasar), *inference* (menarik kesimpulan), *advances clarification* (memberikan penjelasan lanjut), dan *strategy and tactics* (menyusun strategi dan taktik). Terdapat 20 butir soal yang diujikan pada siswa kelas XI-MIA 1 dan kelas XI-MIA 2 SMAN 1 Papar Kediri pada penelitian ini. Kelas XI-MIA 1 merupakan kelas Kontrol dan kelas XI-MIA 2 merupakan kelas eksperimen. Secara keseluruhan keterampilan tingkat berpikir kritis siswa kelas XI-MIA 1 dan XI-MIA 2 SMAN 1 Papar Kediri memiliki persentase, seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Persentase *Critical thinking Skills* Siswa Kelas XI-MIA 1 dan XI-MIA 2

Dari gambar diagram tersebut diambil kesimpulan bahwa tingkat keterampilan berpikir kritis siswa melalui uji coba *critical thinking test* menunjukkan siswa kelas XI-MIA 2 memiliki tingkat keterampilan berpikir kritis lebih tinggi dari pada kelas XI-MIA 1. Hal ini dibuktikan dengan banyaknya siswa yang menjawab soal secara kritis dan logis disertai alasan/penguat dari jawabannya tersebut. Terdapat lima indikator dalam penilaian *critical thinking skills*.

Pertama, siswa dapat dinyatakan mampu memberikan penjelasan sederhana apabila konsisten memiliki ciri-ciri jawaban benar, yakin pada pilihan jawaban, alasan benar, dan memperkuat alasan dengan argumennya. Hasil indikator berpikir kritis memberikan penjelasan sederhana siswa Kelas XI-MIA 1 dan XI-MIA 2 tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa rata-rata siswa mampu dalam memberikan penjelasan sederhana terkait materi pelajaran senyawa hidrokarbon terutama pada soal nomor 2, 10 dan 16. Dari kelas XI-MIA 1 dapat dilihat bahwa soal nomor 10 adalah soal yang memiliki persentase indikator berpikir kritis memberikan penjelasan sederhana paling tinggi, dimana soalnya adalah memberikan analisis penjelasan sederhana mengenai reaksi halogenasi hidrokarbon. Dari reaksi halogenasi tersebut siswa diminta untuk menjelaskan hasil reaksi dan menganalisis reaksi halogenasi beserta alasannya mengapa reaksi halogenasi tersebut bisa terjadi dengan nilai rata-rata 47%. Sedangkan untuk persentase indikator berpikir kritis memberikan penjelasan sederhana paling tinggi kelas XI-MIA 2 terdapat pada soal nomor 16. Dimana dari soal tersebut siswa diminta untuk menggambarkan struktur isomer senyawa hidrokarbon dan menjelaskan tata letak atom C yang benar menurut aturan IUPAC. Rata-rata nilai siswa yang didapat dari pertanyaan tersebut sebesar 82%.

Kedua, hasil indikator berpikir kritis membangun keterampilan dasar siswa Kelas XI-MIA 1 dan XI-MIA 2 dapat diambil kesimpulan bahwa rata-rata siswa mampu dalam membangun keterampilan dasar terkait materi pelajaran. Dari kelas XI-MIA 1 dapat dilihat bahwa soal nomor

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA
Kupang, 31 Maret 2022**

15 adalah soal yang memiliki persentase indikator berpikir kritis membangun keterampilan dasar paling tinggi dengan nilai rata-rata 53%. Sedangkan untuk persentase indikator berpikir kritis memberikan penjelasan sederhana paling tinggi kelas XI-MIA 2 terdapat pada soal nomor 6 dengan rata-rata nilai siswa yang didapat dari pertanyaan tersebut sebesar 80%.

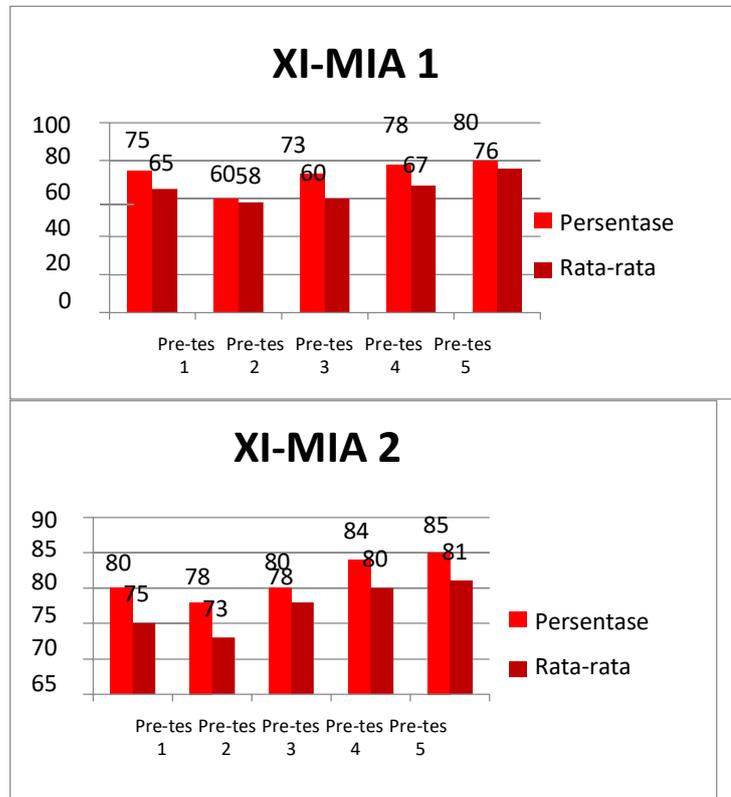
Ketiga, hasil indikator berpikir kritis menarik kesimpulan siswa Kelas XI-MIA 1 dan XI-MIA 2 dapat diambil kesimpulan bahwa rata-rata siswa mampu dalam menarik kesimpulan terkait materi senyawa hidrokarbon lebih khususnya pada sub-bab reaksi senyawa hidrokarbon. Dari kelas XI-MIA 1 dan XI-MIA 2 dapat dilihat bahwa soal nomor 18 adalah soal yang memiliki persentase indikator berpikir kritis menarik kesimpulan paling tinggi. Pada soal nomor 18 tersebut siswa diminta untuk menarik kesimpulan reaksi senyawa hidrokarbon yang mengalami pembakaran sempurna dan yang tidak mengalami pembakaran sempurna, serta memberikan alasan dan penjelasan dari reaksi pembakaran senyawa hidrokarbon yang terjadi. Pada indikator berpikir kritis menarik kesimpulan persentase nilai rata-rata kelas XI-MIA 1 adalah 64% dan persentase nilai rata-rata kelas XI-MIA 2 adalah 87%. Dari soal tersebut dapat disimpulkan bahwa rata-rata kelas XI-MIA 1 dan kelas XI-MIA 2 mampu berpikir kritis dengan indikator menarik kesimpulan yang cukup baik karena dilihat dari persentase rata-rata nilai terdapat banyak siswa yang mampu mengerjakan dengan benar beserta alasan penguat jawabannya tersebut. Sedangkan untuk indikator soal keterampilan berpikir kritis siswa kelas XI-MIA 1 paling rendah terdapat pada soal nomor 11 dengan persentase nilai rata-rata sebesar 45%.

Keempat, hasil indikator berpikir kritis memberikan penjelasan lebih lanjut siswa Kelas XI-MIA 1 dan XI-MIA 2 tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa rata-rata siswa mampu dalam memberikan penjelasan lebih lanjut terkait materi pelajaran. Dari kelas XI-MIA 1 dan XI-MIA 2 dapat dilihat bahwa soal nomor 3 adalah soal yang memiliki persentase indikator berpikir kritis memberikan penjelasan lebih lanjut paling tinggi. terjadi dengan nilai rata-rata XI-MIA 1 54% dan XI-MIA 2 adalah 83%.

Kelima, hasil indikator berpikir kritis membangun keterampilan dasar siswa Kelas XI-MIA 1 dan XI-MIA 2 tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa rata-rata siswa mampu dalam membangun keterampilan dasar terkait materi pelajaran. Dari kelas XI-MIA 1 dapat dilihat bahwa soal nomor 17 adalah soal yang memiliki persentase indikator berpikir kritis membangun keterampilan dasar paling tinggi. terjadi dengan nilai rata-rata 65%. Sedangkan untuk persentase indikator berpikir kritis memberikan penjelasan sederhana paling tinggi kelas XI-MIA 2 terdapat pada soal nomor 20 dengan rata-rata nilai siswa yang didapat dari pertanyaan tersebut sebesar 81%.

Analisis Pre-tes dan Pos-tes

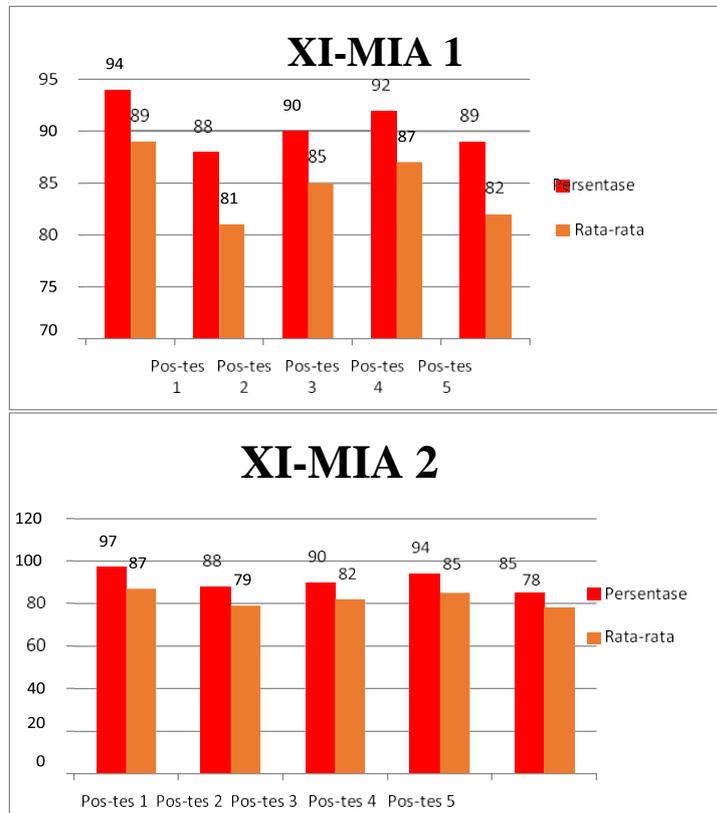
Materi senyawa hidrokarbon terdapat empat sub materi yang dipelajari oleh siswa. Enam sub materi itu adalah Senyawa hidrokarbon (Kekhasan atom karbon), Sifat-sifat fisik senyawa hidrokarbon, struktur senyawa hidrokarbon, Atom C Primer, Sekunder, Tersier dan Kuartener dan Kegunaan senyawa hidrokarbon dalam kehidupan sehari-hari. Dalam penelitian ini enam sub materi senyawa hidrokarbon tersebar dalam 5 butir soal pre-tes yang diujikan pada siswa. Hasil presentase soal pre-tes kelas XI-MIA 1 dan XI-MIA 2 ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Presentase soal pre-tes kelas XI-MIA 1 dan XI-MIA 2

Peneliti mengidentifikasi soal pre-tes siswa pada pendekatan *scientific* ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana tingkat ketrampilan siswa dalam melatih untuk berpikir kritis terhadap materi pembelajaran kimia terkhusus senyawa hidrokarbon menggunakan metode ilmiah atau pendekatan sains yang erat kaitannya dengan kehidupan sehari-hari. Pendekatan *scientific approach* tersebut siswa mampu dalam menjawab soal-soal analisis yang didesign bentuk problem solving dengan menerapkan berbagai langkah-langkah dari pendekatan *scientific*.

Hasil persentase soal pre-test siswa Kelas XI-MIA 1 dan XI-MIA 2 tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa rata-rata siswa mampu dalam mengerjakan soal pre-tes terkait materi senyawa hidrokarbon dengan baik. Dari kelas XI-MIA 1 dan XI-MIA 2 dapat dilihat bahwa soal pre-tes nomor 5 adalah soal pre-tes yang memiliki persentase paling tinggi dengan nilai rata-rata kelas XI-MIA 1 adalah 76% dan XI-MIA 2 adalah 81%. Hasil presentase soal pos- tes kelas XI-MIA 1 dan XI-MIA 2 setelah diterapkannya model *discovery learning* ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Presentase soal pos-tes kelas XI-MIA 1 dan XI-MIA 2

Soal pos-test berpendekatan *scientific* ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana tingkat *critical thinking skills* siswa dalam memahami materi senyawa hidrokarbon menggunakan metode ilmiah atau pendekatan sains yang erat kaitannya dengan kehidupan sehari-hari. Melalui pendekatan *scientific* tersebut diharapkan siswa mampu menjawab soal-soal analisis dalam bentuk *problem solving* dengan menerapkan berbagai langkah-langkah dari pendekatan *scientific*. Hasil persentase soal pos-test siswa Kelas XI-MIA 1 dan XI-MIA 2 tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa rata-rata siswa mampu dalam mengerjakan soal pos-tes terkait materi senyawa hidrokarbon dengan baik. Dari kelas XI-MIA 1 dan XI-MIA 2 dapat dilihat bahwa soal pre-tes nomor 1 adalah soal pos-tes yang memiliki persentase paling tinggi dengan nilai rata-rata kelas XI-MIA 1 adalah 89 dan XI-MIA 2 adalah 87. Sedangkan untuk soal pos- test nomor 3 adalah soal pos-test yang memiliki presentase paling rendah pada kelas XI-MIA1 dengan nilai rata-rata 81, sedangkan untuk soal pos-test nomor 5 adalah soal pos-test paling rendah pada kelas XI-MIA 2 dengan nilai rata-rata 78.

Penerapan model *discovery learning* dapat meningkatkan keaktifan siswa dan *critical thinking skills* siswa di SMAN 1 Papar Kediri karena model ini dapat mengubah kondisi belajar yang awalnya pasif menjadi aktif serta menuntut siswa agar dapat menemukan sendiri kesimpulan dari materi yang telah dipelajari. Model pembelajaran *discovery learning* adalah model pembelajaran berbasis penemuan dimana guru hanya menjadi fasilitator atau pembimbing yang mengarahkan sehingga siswa akan menjadi lebih aktif memperoleh pengetahuan dan memecahkan masalah agar siswa mempunyai daya ingat yang kuat [33]. Siswa mampu menjawab soal-soal pos-test yang telah diberikan dengan lebih teliti dan mampu berpikir lebih kritis setelah diterapkannya model *discovery learning* dengan *scientific approach*. hal ini dikarenakan dalam soal stimulasi kepada siswa untuk bertanya dan menggali materi lebih dalam secara mandiri, hal ini menyebabkan siswa lebih semangat belajar terutama dalam berpikir kritis dan memahami materi pelajaran yang telah diberikan oleh peneliti.

SIMPULAN DAN SARAN

Pembelajaran pada era new normal melibatkan pengajar dan siswa secara aktif dalam proses pembelajaran daring. Penerapan model *discovery learning* dapat meningkatkan keaktifan siswa dan *critical thinking skills* siswa di SMAN 1 Papar Kediri. Model pembelajaran ini dapat mengubah kondisi belajar yang pasif menjadi aktif dan menuntut siswa untuk menemukan sendiri kesimpulan dari materi yang dipelajari. Pendekatan *scientific* dapat memberikan pemahaman kepada siswa dalam mengenal suatu informasi dan memahami berbagai materi menggunakan pendekatan ilmiah dan menekankan pada pemberian pengalaman secara langsung. Penerapan model pembelajaran *discovery learning* dengan pendekatan *scientific* dapat meningkatkan *critical thinking skills* siswa. *Critical thinking skills* setelah dilakukan penerapan model *discovery learning* memperoleh persentase jumlah siswa yang mampu berpikir kritis pada kelas eksperimen mencapai 85% berada pada kategori tinggi sedangkan pada kelas kontrol mencapai 70%.

Pembelajaran daring sebaiknya dilakukan dengan lebih lebih variatif, menyenangkan dan kreatif melalui pemanfaatan teknologi digital seperti pembuatan media pembelajaran berbasis online, e-modul, video pembelajaran interaktif, dll agar menarik perhatian siswa supaya tidak bosan dalam menerima materi pembelajaran Ketika daring. Instrumen *critical thinking skill test* lebih dikembangkan lagi variasi soalnya agar dapat membantu guru dalam mengukur keterampilan berfikir tingkat tinggi siswa pada materi senyawa hidrokarbon. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengukur keterampilan berpikir kritis siswa pada materi lain.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Fatwa, "Pemanfaatan Teknologi Pendidikan Di Era New Normal," *J. Mhs. Teknol. Pendidik.*, vol. 1, no. 2, pp. 0–216, 2021.
- [2] M. Sit and M. S. Assingkily, "Persepsi Guru tentang Social Distancing pada Pendidikan AUD Era New Normal," *J. Obs. J. Pendidik. Anak Usia Dini*, vol. 5, no. 2, pp. 1009–1023, 2020, doi: 10.31004/obsesi.v5i2.756.
- [3] A. Anugrahana, "Hambatan, Solusi dan Harapan: Pembelajaran Daring Selama Masa Pandemi Covid-19 Oleh Guru Sekolah Dasar," *Sch. J. Pendidik. dan Kebud.*, vol. 10, no. 3, pp. 282–289, 2020, doi: 10.24246/j.js.2020.v10.i3.p282-289.
- [4] N. P. Sa'diyah and B. Rosy, "Pengaruh Pembelajaran Daring Terhadap Hasil Belajar Pada Masa Pandemi Covid-19," *J. Ilm. MEA (Manajemen, Ekon. Akuntansi)*, vol. 5, no. 2, pp. 552–563, 2021, [Online]. Available: <https://journal.stiemb.ac.id/index.php/mea/article/view/1236>
- [5] A. Sewang and M. Aswad, "The Readiness of Learning Processes during the New Normal Era of the Covid-19 Pandemic," *Indones. Res. J. Educ. |IRJE|*, vol. 5, no. 1, pp. 279–292, 2021, doi: 10.22437/irje.v5i1.12822.
- [6] H. Putria, L. H. Maula, and D. A. Uswatun, "Analisis Proses Pembelajaran dalam Jaringan (DARING) Masa Pandemi Covid- 19 Pada Guru Sekolah Dasar," *J. Basicedu*, vol. 4, no. 4, pp. 861–870, 2020, doi: 10.31004/basicedu.v4i4.460.
- [7] R. K. Dewi, S. Wardani, N. Wijayati, and W. Sumarni, "Analysis of the Demands of ICT-Based Chemistry Learning Media in the Disruptive Era : Case Study at State Senior High School in Semarang," vol. 8, no. 2, pp. 31–37, 2019.
- [8] R. K. Dewi, S. Haryani, and S. Wardani, "the Influence of Guided Inquiry Learning Assisted Flash Application on Electrolyte Solution Materials Against the Results of Students," *Unnes Sci. Educ. J.*, vol. 7, no. 2, 2018, doi: 10.15294/usej.v7i2.23273.
- [9] T. Andarwulan, T. A. Al Fajri, and G. Damayanti, "Elementary teachers' readiness toward the online learning policy in the new normal era during Covid-19," *Int. J. Instr.*, vol. 14, no. 3, pp. 771–786, 2021, doi: 10.29333/iji.2021.14345a.
- [10] R. S. F. Sinaga, Hasruddin, and F. Harahap, "An Analysis of Students' Learning Styles on Microbiology Lectures in the New Normal Era," *J. Pendidik. Indones.*, vol. 2, no. 7, pp. 1249–1255, 2021.
- [11] P. Hartono and A. M. Akhyar, "Optimalisasi Pendidkan di Era Pandemi," *J. Pembelajaran Pemberdaya. Masy.*, vol. 2, no. 1, pp. 63–68, 2021.

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA
Kupang, 31 Maret 2022**

- [12] O. I. Handarini and S. S. Wulandari, "Pembelajaran Daring Sebagai Upaya Study From Home (SFH)," *J. Pendidik. Adm. Perkantoran*, vol. 8, no. 3, pp. 465–503, 2020.
- [13] A. Sadikin and A. Hamidah, "Pembelajaran Daring di Tengah Wabah Covid-19," *Biodik*, vol. 6, no. 2, pp. 214–224, 2020, doi: 10.22437/bio.v6i2.9759.
- [14] R. K. Dewi and S. Wardani, "Analysis of Student Difficulties and Learning Outcomes with Guided Inquiry Learning Model," vol. 247, no. Iset, pp. 379–384, 2018.
- [15] R. Adawiyah, N. F. Isnaini, U. Hasanah, and N. R. Faridah, "Kesiapan Pelaksanaan Pembelajaran Tatap Muka pada Era New Normal di MI At-Tanwir Bojonegoro," *J. Basicedu*, vol. 5, no. 5, pp. 3814–3821, 2021.
- [16] L. F. Siregar, N.- Pandiangan, and N. B. Sumanik, "Kesulitan Belajar Siswa Dalam Pembelajaran Daring Pada Pokok Bahasan Hidrokarbon," *PENDIPA J. Sci. Educ.*, vol. 5, no. 3, pp. 412–420, 2021, doi: 10.33369/pendipa.5.3.412-420.
- [17] A. E. Rico and Z. Fitriza, "Deskripsi Miskonsepsi Siswa pada Materi Senyawa Hidrokarbon : Studi Literatur," *Edukatif J. Ilmu Pendidik.*, vol. 3, no. 4, pp. 1495–1502, 2021.
- [18] F. Hasanah and S. Anwar, "How to develop student creativity through teaching materials of hydrocarbon SETS-based?," ... *Math. Sci. ...*, vol. 3, pp. 374–379, 2018, [Online]. Available: <http://science.conference.upi.edu/proceeding/index.php/ICMScE/article/view/94>
- [19] D. E. Lestari, H. D. Koeswanti, and T. Sadono, "Penerapan Pembelajaran Daring Model Discovery Learning untuk Meningkatkan Hasil Belajar IPS di Sekolah Dasar," *J. Basicedu*, vol. 5, no. 2, pp. 842–849, 2021.
- [20] S. Walo, A. S. Rahmawati, P. Education, and S. Program, "The Effect of Discovery Learning Learning Models on Student Physics Learning Outcomes," *Sci. J. Pendidik. IPA*, vol. IV, no. 1, pp. 14–18, 2021.
- [21] Q. Monalisa, R. Hakim, and M. A. Movitaria, "Penggunaan Model Discovery Learning Berorientasi Pendekatan Scientific untuk Meningkatkan Hasil Belajar IPA Siswa Sekolah Dasar," *J. Basicedu*, vol. 6, no. 1, pp. 852–858, 2022.
- [22] A. I. Muttaqin, A. Fauzi, A. Muftiyah, and T. B. Velia, "Pendampingan Proses Pembelajaran Luring Siswa Madrasah Ibtidaiyah Melalui Model Pembelajaran Scientific Learning Desa Karang Sari Banyuwangi Pada Era Covid-19," *ABDI KAMI J. Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 4, no. 1, p. 012, 2021, doi: 10.29062/abdi_kami.v4i1.517.
- [23] I. Sari, P. Sinaga, H. Hernani, and S. Solfarina, "Chemistry Learning via Distance Learning during the Covid-19 Pandemic," *Tadris J. Kegur. dan Ilmu Tarb.*, vol. 5, no. 1, pp. 155–165, 2020, doi: 10.24042/tadris.v5i1.6346.
- [24] R. D. Prayogi and R. Estetika, "Kecakapan abad 21: Kompetensi pendidikan masa depan," *J. Manaj. Pendidik.*, vol. 14, no. 2, pp. 144–151, 2019.
- [25] A.-N. Lay and K. Osman, "Developing 21st Century Chemistry Learning through Designing Digital Games," *J. Educ. Sci. Environ. Heal.*, 2018, doi: 10.21891/jeseh.387499.
- [26] S. Kim, M. Raza, and E. Seidman, "Improving 21st-century teaching skills: The key to effective 21st-century learners," *Res. Comp. Int. Educ.*, vol. 14, no. 1, pp. 99–117, 2019, doi: 10.1177/1745499919829214.
- [27] S. N. Pratiwi, C. Cari, and N. S. Aminah, "Pembelajaran IPA Abad 21 dengan Literasi Sains Siswa," *J. Mater. dan Pembelajaran Fis.*, vol. 9, no. 1, pp. 34–42, 2019.
- [28] S. Ahlah and Melianah, "Membangun Karakter Siswa Melalui Literasi Digital Dalam Menghadapi Pendidikan Abad 21 Era Society 5.0," *Pros. Semin. Nas. Pendidik. Progr. Pascasarj. Univ. PGRI Palembang 10 Januari 2020*, pp. 805–814, 2020.
- [29] R. K. Dewi, "Innovation of Biochemistry Learning in Welcoming the Super Smart Society 5.0," *Insecta Integr. Sci. Educ. Teach. Act. J.*, vol. 2, no. 2, pp. 197–208, 2021.
- [30] F. R. Prima Gusti Yanti, Nini Ibrahim, "PERSEPSI GURU TERHADAP PENDEKATAN SAINTIFIK PADA KURIKULUM 2013 DALAM PROSES BELAJAR MENGAJAR," *J. Ilm. Kependidikan*, 2018.
- [31] M. Septiana, I. Rahayu, H. Kuswanto, and C. Y. Pranowo, "Android-Based Carrom Game Comics Integrated with Discovery Learning for Physics Teaching," vol. 528, no. Icriems 2020, pp. 555–560, 2021.

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA
Kupang, 31 Maret 2022**

- [32] R. K. Dewi, S. Wardani, and N. Wijayati, "Profile of Students Critical Thinking Skills on Redox Concept in SMA Negeri 8 Semarang," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1321, no. 2, 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1321/2/022048.
- [33] W. Wartono, M. N. Hudha, and J. R. Batlolona, "How are the physics critical thinking skills of the students taught by using inquiry-discovery through empirical and theoretical overview?," *Eurasia J. Math. Sci. Technol. Educ.*, vol. 14, no. 2, 2018, doi: 10.12973/ejmste/80632.

PENGARUH PENGGUNAAN BIOCHAR SEKAM PADI DAN BOKASHI SEBAGAI PEMBENAH SIFAT KIMIA TANAH

Martasiana Karbeka, Lidia Lanula dan Debora Lobang

Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Tribuana Kalabahi, Jl. Soekarno-Hatta-Batunirwala, Kalabahi, 85813, Indonesia

E-mail: martasianakarbeka@gmail.com

Abstrak

Limbah pertanian yang tidak dimanfaatkan dapat menjadi sumber permasalahan bagi lingkungan. Oleh karena itu, pada penelitian ini telah dilakukan pemanfaatan limbah pertanian untuk dimanfaatkan sebagai bahan pembenah tanah. Bahan pembenah tanah yang digunakan merupakan campuran dari biochar sekam padi dan pupuk bokashi. Tujuan dari penelitian ini yakni untuk mengetahui pengaruh pemberian biochar dan bokashi terhadap sifat kimia tanah. Biochar sekam padi dilakukan dengan proses karbonisasi dan pembuatan bokashi melalui proses fermentasi atau peragian bahan organik menggunakan EM-4 (Effective Microorganism-4). Penelitian dilakukan dengan tiga perlakuan yakni pada A0 (kontrol), A1 (250 g biochar/175 g bokashi tiap polybag), dan A2 (250 g biochar/250 g bokashi tiap polybag). Untuk mengetahui pengaruhnya sebagai pembenah sifat kimia tanah maka dilakukan pengukuran pH, C-organik, nitrogen, fosfor dan kalium. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian biochar dan bokashi yang diaplikasikan dalam polybag memberikan pengaruh terhadap sifat kimia tanah. pH tanah control yang bersifat asam menjadi netral serta terjadi peningkatan unsur hara tanah yakni N, P, K serta c-organik dengan perlakuan terbaik pada 250 g biochar/250 g bokashi tiap polybag.

Kata kunci: *biochar, bokashi, pembenah tanah, unsur hara tanah*

Abstract

[**The Effect of the Use of Rice Husk and Bokashi Biochar as Soil Chemical Properties**] Used agricultural waste can be a source of problems for the environment. Therefore, in this research, agriculture waste has been utilized were to used as soil improvement material. The soil improvement material used is a mixture of rice husk biochar and bokashi fertilizer. The purpose of this study was to determine the effect of giving biochar and bokashi on the chemical properties of the soil. Rice husk biochar is carried out by carbonization process and bokashi making through a fermentation process or organic matter fermentation using EM-4 (Effective Microorganism-4). The study was conducted with three treatments, namely A0 (control), A1 (250 g biochar/175 g bokashi per polybag), and A2 (250 g biochar/250 g bokashi per polybag). To determine its effectiveness as a soil chemical enhancer, pH, C-organic, nitrogen, phosphorus, and potassium measurements were carried out. The results showed that the application of biochar and bokashi in polybags affected the chemical properties of the soil. The pH of the acidic control soil became neutral and there was an increase in soil nutrients named N, P, K, and organic c with the best treatment at 250 g biochar/250 g bokashi per polybag.

Keywords: *biochar, bokashi, soil enhancer, soil nutrients*

PENDAHULUAN

Semakin bertambah jumlah penduduk menyebabkan lahan pertanian semakin sempit bahkan lahan pertanian dialih fungsikan sebagai tempat pemukiman. Hal ini berdampak pada praktik pertanian yang mulai bergeser dari pengolahan pertanian pada lahan yang luas beralih menjadi pertanian di lahan sempit. Salah satu kegiatan bertani di lahan sempit yakni dengan menggunakan polybag. Teknik pertanian ini memiliki beberapa kelebihan yakni dapat memanfaatkan lahan yang sempit, tidak menguras energi untuk mengolah tanah dengan cangkul atau bajak, praktis dan dapat dipindahkan dan relatif murah. Aktifitas bercocok tanam dengan menggunakan polybag memberikan manfaat lainnya seperti menyalurkan hobi bertanam bagi pekerja kantor serta dapat mendukung kebutuhan konsumsi rumah tangga. Aspek penting yang menjadi perhatian untuk pengembangan tanaman dalam polybag adalah media tanam yang umumnya menggunakan media tanah. Jenis tanah dengan sebarang cukup luas di wilayah Nusa Tenggara (53.000 ha) adalah

SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I UNIVERSITAS NUSA CENDANA

Kupang, 31 Maret 2022

tanah ordo ultisol[1]. Ciri utama tanahultisol yaitu kekurangan unsur hara, memiliki pH tanah dan kemampuan terhadap penyerapan air yang rendah [2]. Keadaan ini disebabkan oleh kandungan tanah liat yang berlebihan pada tanah ultisol sehingga daya serap airberkurang dan menghambat akar tanaman dalam penyerapan unsur hara dan oksigen[3]. Penggunaan tanah sebagai media tanam dalam polybag tergolong berat. Selain itu, penggunaan jenis tanah ultisol yang rendah unsur hara dapat menyebabkantanaman vertikal tidak bertumbuh dengan baik atau bahkan mati. Media tanam yang baik dilihat dari beberapa faktor diantaranya [4].

1. Dapat memberikan ruang tumbuh bagi akar tanaman sekaligus menopang tanaman.
2. Porositas yang baik. Dengan kata lain, selain menahan air, drainase (kemampuan mengeluarkan air) dan ventilasi (kemampuan membawa oksigen) juga baik. Media tanam harus dapat mempertahankan kelembaban tanah, tetapi harus dapat menyerap kelebihan air. Media berpori sehingga memiliki ruang kosong antara bahan agar air dapat menembus media tanam, sehingga air tidak menggenang di pot atau polybag. Di sisi lain, media tanaman harus mampu menyerap air (higroskopis) untuk disimpan sebagai cadangan dan mempertahankan kelembaban.
3. Menyediakan zat gizi makro dan zat gizi mikro yang cukup karena unsur hara sangat penting bagi pertumbuhan tanaman. Nutrisi tersebut dapat disediakan oleh aktivitas mikroorganisme yang terkandung dalam pupuk atau media tumbuh.
4. Bebas bakteri, substrat tanaman harus bebas dari hama dan penyakit. Hama dan penyakit yang terdapat pada media tanam dapat menyerang dan membunuh tanaman.

Penggunaan tanah ultisol sebagai media tanam memerlukan bahan tambahan lainnya guna perbaikan sifat fisik dan kimia tanah terutama ketersediaan unsur hara tanah dalam mendukung pertumbuhan tanaman. Salah satu pembenah tanah adalah biochar yang merupakan hasil perarangan limbah pertanian dan menghasilkan material arang berpori. Material yang umum digunakan dalam pembuatan biochar seperti limbah sekam padi, tongkol jagung, cangkang kelapa sawit, tempurung kelapa dan limbah biomassa lainnya [5]. Penggunaan biochar pada daerah lahan kering mampu meningkatkan sifat kimia tanah diantaranya pH tanah yang rendah menjadi netral, unsur hara tanah seperti C-organik, kandungan nitrogen dan posfor mengalami peningkatan. Selain itu, nilai kapasitas tukar kation (KTK) dan rasio C/N juga meningkat. Adanya peningkatan tersebut merupakan indikator terjadinya pembenahan tanah terutama peningkatan tingkat kesuburan tanah [6,7]. Penggunaan biocharsekam padi dan kompos jerami padi yang diaplikasikan pada tanah ultisol menunjukkan adanya peningkatan ketersediaan unsur hara posfor, nitrogen, dan sulfur [8]. Terdapat juga peningkatan unsur- unsur esensial lainnya yang dibutuhkan oleh tanaman seperti kalium, kalsium dan magnesium. Adanyaperbaikan sifat kimia tanah berpengaruh terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman padi. Biochar sebagai pembenah tanah mampu memperbaiki sifat kimia tanah dan dapat menekan penggunaan pupuk sintetis secara berlebihan. Biochar merupakan media tanam yang mampu menjaga ekosistem tanah khususnya dalam menciptakan kondisi yang baik bagi pertumbuhan mikroba di dalam tanah.

Media tanam yang baik untuk tanaman dalam polybag merupakan media tanam yang ringan, memiliki kemampuan serap air dan mampu menyediakan unsur hara yang cukup bagi tanaman. Oleh karena itu, penggunaan biochar sebagai media tanam dapat menjadi salah satu alternatif. Biochar memiliki sifat kestabilan yang tinggi dalam tanah dikarenakan telah dilakukan pirolisis bahan-bahan organik sehingga biochar dapat bertahan ketika terjadi dekomposisi dan demineralisasi dalam tanah. Sifat biochar yang stabil menyebabkan ketersediaan dalam tanah cukup lama namun mikroba dalam tanah membutuhkan ketersediaan unsur hara yang cukup untuk dapat merombak sifat fisik maupun kimia tanah. Oleh karena itu dibutuhkan bokashi untuk menjawab permasalahan tersebut. Bokashi adalah kompos yang dibuat dari proses fermentasi atau fermentasi terhitung alami dengan teknologi EM-4 (*Effective Microorganism-4*). Proses penguraian bokashi dalam tanah lebih cepat sehingga dapat mendukung ketersediaan unsur hara bagi mikroba dalam tanah [8,9]. Penggunaan bokashi dikatakan dapat menumbuhkan unsur hara tanah meliputi N, P, K, C-alami dan pH tanah. Penambahan bokashi ke dalam tanah dapat memperbaiki menggemburkan tanah sehingga proses penyerapan air dapat mengalami peningkatan. Pemberian bokashi pada tanah ultisol sebagai media tanam dalam polybag memberikan pengaruh nyata pada hasil pertumbuhan tanaman sawi hijau ditinjau dari tinggi tanaman, jumlah daun, panjang akar, berat basah dan berat kering [9].

Dengan demikian, sebagai upaya untuk melakukan pembenahan tanah ultisol untuk

SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I UNIVERSITAS NUSA CENDANA

Kupang, 31 Maret 2022

dimanfaatkan sebagai media tanam dalam sistem polybag maka dapat digunakan biochar dan bokashi sebagai bahan tambahan dalam media tanam. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk melakukan pengaturan komposisi media tanam tanah, biochar dan bokashi serta pengaruhnya terhadap sifat kimia tanah.

METODE

Pembuatan biochar sekam padi

Pembuatan biochar sekam padi dilakukan dengan membakar sekam padi. Tahap pertama disiapkan kawat kasa dengan ukuran 50 cm x 50 cm yang digulung membentuk lingkaran berdiameter 20cm. Sekam padi ditempatkan pada sisi-sisi dari kawat kasa, kemudian masukkan bahan yang mudah dibakar seperti ranting kering, kayu kering ke dalam kawat kasa untuk membakar sekam padi. Proses pembakaran dilakukan hingga semua sekam terbakar menjadi arang.

Pembuatan bokashi

Bahan-bahan limbah pertanian seperti dedaunan hijau dan jerami dicacah kecil-kecil dan ditambahkan 5 kg serbuk kayu, 5 kg dedak padi, 5 kg arang sekam padi dan kotoran sapi. Semua bahan dicampur hingga merata kemudian pada wadah lain disiapkan 10 ml EM4 dalam 5 liter air dan masukkan dua sendok gula pasir. Larutan diaduk hingga homogen dan disiram pada campuran bahan baku yang telah disiapkan sebelumnya. Bahan disimpan ditempat yang sejuk lalu ditutup menggunakan terpal agar proses fermentasi dapat berlangsung. Selama proses fermentasi terjadi kenaikan suhu dan perlu dilakukan pengadukan agar suhunya menurun. Proses fermentasi berlangsung selama 14 hari dan akan terbentuk bokashi yang siap digunakan.

Komposisi media tanam dalam polybag

Komposisi A0 merupakan kontrol (tanah 3 kg); Komposisi A1 merupakan campuran tanah 3 kg dengan penambahan biochar dan bokashi (250g/175 g); Komposisi A2 merupakan campuran tanah 3 kg dengan penambahan biochar dan bokashi (250g/250 g)

Berdasarkan variasi komposisi di atas, masing-masing variasi komposisi dimasukkan dalam 25 polybag untuk dijadikan media tanam. Penyiraman dilakukan setiap hari pagi dan sore selama satu bulan. Untuk mengetahui pengaruh pemberian biochar dan kompos terhadap sifat kimia media tanam maka dilakukan pengambilan sampel tanah untuk tiap komposisi dan dilakukan uji lanjutan.

Pengukuran pH tanah

Sampel tanah ditimbang sebanyak 10 gram sampel tanah hasil ayakan dan dimasukkan dalam erlemeyer. Ditambahkan 10 ml air (pH H₂O) lalu dilakukan pengocokan dengan mesin pengocok selama 60 menit. Suspensi tanah diukur menggunakan pH meter yang terkalibrasi dengan buffer pH 7 dan 4 dan dicatat nilai pH yang ditampilkan.

Pengukuran C-organik (walkley dan Black)

Ditimbang sampel tanah yang telah diayak sebanyak 0,5 g dan ditempatkan dalam labu ukur 100 mL. Tambahkan 5 ml K₂Cr₂O₇1N dan dilakukan pengocokan lalu ditambahkan 7,5 ml H₂SO₄ pekat dan kocok selanjutnya dibiarkan selama 30 menit. Larutan kemudian diencerkan dengan air terionisasi sampai tanda batas dan dibiarkan. Keesokan harinya, dilakukan pengukuran absorbansi menggunakan spektrofotometer digunakan pada panjang gelombang 561 nm. Sebagai perbandingan, pipet larutan standar 0 dan 5 mL dari larutan induk 5.000 ppm ke dalam labu ukur 100 mL diperlakukan sama dengan sampel untuk membuat standar 0 dan 250 ppm.

Pengukuran nitrogen (metode kjedahl)

Sampel tanah ditimbang 1 g ditempatkan dalam labu, kemudian ditambahkan 2 g katalis N/campuran selen dan 10 ml H₂SO₄ pekat, ditempatkan dalam lemari asam dan didestruksi sampai cairan menjadi jernih, kemudian dikeluarkan lalu didinginkan. Larutan yang telah dingin dimasukkan ke dalam labu destilasi dan dibilas dengan

100 mL akuades. Sampel ditambahkan 50 ml air suling dan 20 ml larutan NaOH- Na₂S₂O₃, kemudian batu didih ditempatkan dalam labu destilasi yang berisi sampel. Sebanyak 50 mL larutan NaOH 0,1 N ditempatkan dalam gelas kimia dan diberi 3 tetes MR (metil merah). Sampel didestilasi hingga menghasilkan 75 mL filtrat. Filtrat dititrasi dengan HCl 0,02 N sampai diperoleh warna merah muda. Perhitungan kadar N total dengan persamaan berikut

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA
Kupang, 31 Maret 2022**

$$\%N = \frac{(A-B) \times N.HCL \times 14.008}{mg \text{ sampel}} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan: A adalah volume HCl untuk titrasi blanko; B adalah volume HCl untuk titrasi sampel; N adalah Normalitas HCl.

Pengukuran phosphor (metode Bray I)

Sampel tanah ditimbang sebanyak 2,5 g lalu ditambahkan 25 ml pengekstrak Bray dan Kurt I (0,025 mHCl dalam 0,03 M NH₄F), dan dikocok selama 5 menit. Setelah proses pengocokkan lalu dilakukan penyaringan dan jika dihasilkan filtrat keruh maka dilakukan proses penyaringan ulang hingga diperoleh filtrate jernih. Pipet 2 ml filtrate ke dalam tabung reaksi dan ditambahkan 10 ml reagen pewarna fosfat ke setiap sampel dan serangkaian larutan standar P. Campuran dikocok dan didiamkan selama 30 menit kemudian dilakukan pengukuran absorbansi dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 693 nm.

Pengukuran kalium ekstrak HCl 25%

Sampel tanah yang telah diayak ditimbang sebanyak 2 gram dan dimasukkan dalam Erlenmeyer dan ditambahkan dengan HCl 25% sebanyak 10 ml. campuran dikocok selama 5 jam kemudian dipindahkan ke dalam tabung sentrifuse lalu disentrifuse kemudian suspensi disaring dan diambil filtratnya. Jika filtrate hasil saringan terlihat keruh maka filtrate tersebut dilakukan penyaringan ulang hingga diperoleh filtrate jernih. Filtrate jernih dipipet 0,5 ml dan ditenpatkan dalam tabung reaksi lalu ditambahkan 9,5 ml air bebas ion (pengenceran 20 kali) dan dilakukan pengocokkan. Larutan yang telah diencerkan diambil 2 ml dan deret larutan standar K masing-masing dimasukkan dalam tabung reaksi lalu dibiarkan 30 menit. Pengukuran absorbansi dilakukan dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 889 nm.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk mengetahui pengaruh pemberian biochar dan bokashi sebagai media tanam terhadap sifat kimia tanah ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengaruh pemberian biochar sebagai media tanam terhadap sifat kimia

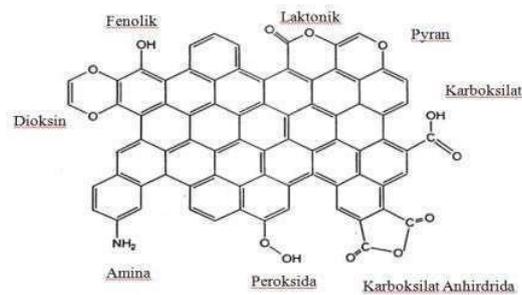
Parameter	Kontrol (tanah kg)	Biochar/bokashi (250g/175g)	Biochar/bokashi (250g/250g)
pH	6,12	7,76	7,42
C-organik (%)	5,18	5,87	5,45
Nitrogen (%)	0,187	0,468	0,655
Phospor sebagai P ₂ O ₅ (mg/kg)	559,01	1326,48	1553,72
Kalium sebagai K ₂ O (mg/kg)	3550,01	4411,66	5304,13

pH Tanah

Berdasarkan data pada Tabel 1 diketahui bahwa tanah yang digunakan sebagai media tanam memiliki pH 6,12 dan termasuk dalam kategori agak masam. Tanah dengan pH agak masam menunjukkan bahwa keberadaan ion H⁺ lebih tinggi dibanding ion OH⁻ karena di dalam tanah terdapat kedua jenis ion ini dan konsentrasinya sesuai dengan nilai pH tanah. Adanya penambahan biochar dan bokashi mampu meningkatkan pH tanah menjadi agak alkalis (7,76) dan netral (7,42). Peningkatan nilai pH dipengaruhi oleh keberadaan anion asam-asam organik dalam bahan organik (biochar dan bokashi) yang terdekomposisi. Dalam proses dekomposisi terjadi oksidasi berbagai anion-anion asam organik yang mana reaksi ini memerlukan ion H⁺ yang diambil dari dalam tanah dan melepaskan OH⁻ ke dalam tanah sehingga menyebabkan terjadinya peningkatan pH tanah. Adanya peningkatan pH juga dikarenakan penambahan biochar yang mampu memperbaiki kemasaman tanah.

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA**

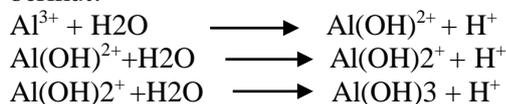
Kupang, 31 Maret 2022



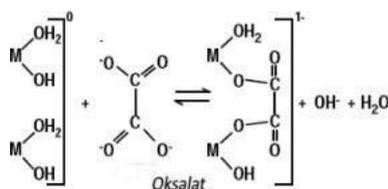
Gambar 1. Struktur biochar[10]

Biochar bersifat basa dengan mampu berperan sebagai buffer pH karena adanya protonasi gugus dari berbagai gugus fungsional yang dimiliki. Dengan demikian karena sifat basa dan kapasitas buffer yang dimiliki maka pada tanah yang bersifat alkali, ketika diberi biochar tidak akan berdampak pada peningkatan pH [11].

Pada sampel tanah kontrol, kadar pH termasuk dalam kategori agak masam dan pada daerah pH ini terdapat kelarutan ion-ion Al^{3+} dan Fe^{3+} yang cukup tinggi. Reaksi hidrolisis yang terjadi seperti berikut:



Pada setiap tahapan reaksi hidrolisis terjadi pelepasan ion H^+ sehingga menyebabkan pH tanah menjadi agak masam. Penambahan biochar dan bokashi mampu meningkatkan pH karena kandungan anion-anion asam pada bahan organik mampu mengikat Al dan Fe melalui pembentukan senyawa kompleks. Ion Al^{3+} dan Fe^{3+} berperan sebagai asam Lewis untuk akseptor elektron dan anion-anion asam dari bahan organik biochar dan bokashi berperan sebagai basa Lewis untuk memberikan elektron dalam reaksi pengompleksan. Pembentukan senyawa kompleks tersebut menyebabkan keberadaan Al dan Fe dalam tanah menjadi berkurang dan pH tanah menjadi meningkat.



Gambar 2. Reaksi pengompleks anion asam dengan Al [12]

Reaksi pengompleks yang terjadi antara anion asam hasil dekomposisi bahan organik biochar dan bokashi dengan Al dalam tanah akan melepaskan ion OH^- . Proses ini menyebabkan keberadaan kation-kation basa akan semakin bertambah dan berpengaruh pada perubahan pH dari agak masam menjadi agak alkali.

C-organik

Kandungan c-organik dalam tanah mengalami peningkatan meskipun masih dalam kategori rendah. C-organik berperan penting sebagai penyuplai bagi mikroorganisme. Pemanfaatan biochar dan bokashi berperan penting dalam memastikan adanya c-organik dalam tanah. Kandungan karbon dalam bokashi lebih sedikit dibandingkan pada biochar dikarenakan pada bokashi sangat bergantung pada jenis bahan baku sedangkan biochar merupakan dihasilkan melalui pirolisis untuk dihasilkan arang. Kandungan c-organik pada bokashi lebih cepat terdekomposisi untuk dimanfaatkan oleh mikroorganisme sedangkan karbon pada biochar akan lebih lama berada dalam tanah karena sifatnya yang stabil dan dapat bertahan ketika terjadi proses pelapukan.

Nitrogen

Ketersediaan nitrogen dalam pada media tanam mengalami peningkatan. Hal ini berarti penggunaan biochar dan bokashi berperan dalam mineralisasi nitrogen. Mineralisasi nitrogen yakni dengan mengubah nitrogen organik menjadi nitrogen anorganik. Nitrogen organik yang terdapat dalam

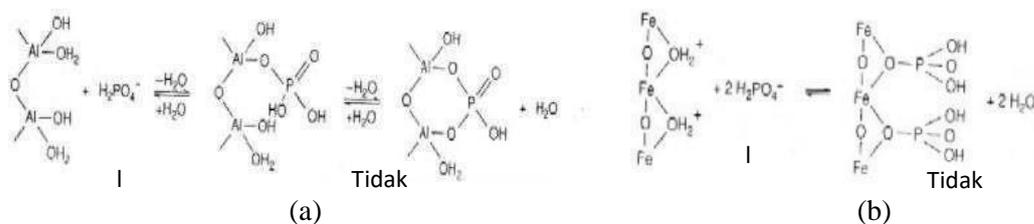
SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I UNIVERSITAS NUSA CENDANA

Kupang, 31 Maret 2022

tanah antara lain asam-asam amino atau protein, gula-gula amino seperti heksosamine, purin dan pirimidin. Nitrogen tersebut harus diubah dalam bentuk senyawa N anorganik yaitu nitrat (NO_3^-), Nitrit (NO_2^-), Amonium (NH_4^+) agar dapat diserap tanaman. Proses perombakan/mineralisasi dapat berlangsung karena adanya mikroorganisme tanah yang memanfaatkan bahan organik biochar dan bokashi sebagai sumber energy. Hal ini didukung dengan adanya peningkatan ketersediaan c-organik dalam tanah yang diaplikasikan dengan biochar dan bokashi sebagai suplai energy bagi mikroorganisme. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh data bahwa meskipun nitrogen mengalami peningkatan dengan adanya penambahan variasi biochar dan bokashi namaun jumlah nitrogen berada dalam kategori rendah. Rendahnya nitrogen dapat disebabkan oleh beberapa hal yakni nitrogen yang telah diubah akan langsung digunakan tanaman dan mikroorganisme sehingga keberadaan dalam tanah menjadi rendah. Nitrogen dalam bentuk NO_3^- sangat mudah mengalami pencucian sehingga hampir tidak diserap dalam kompleks jerapan koloid tanah. Faktor lainnya dikarenakan adanya proses reduksi nitrat menjadi gas nitrogen (NO , NO_2 , dan N_2) oleh mikroorganisme *alcaligenes*, *bacillus*, *thiobacillus*, *pseudomonas* dalam tanah.

Phosphor

Pada sampel tanah terdapat keberadaan phosphor yang lebih rendah dibandingkan dengan penambahan biochar dan bokashi dengan peningkatan phosphor yang sangat signifikan. Hal ini dikarenakan pada pH rendah terjadi fiksasi phosphor oleh Al dan Fe sehingga menyebabkan phosphor terlarut diubah menjadi tidak larut melalui reaksi pengompleksan melalui pembentukan kelat.



Gambar 3. Reaksi fiksasi phosphor oleh Al dan Fe [13].

Adanya penambahan biochar dan bokashi yang mengalami dekomposisi berupa anion-anion asam organik yang mampu melepaskan jerapan P oleh Al-P dan Al-Fe melalui pertukaran anion. Anion asam organik akan menggantikan posisi fosfat yang terfiksasi oleh Al dan Fe sehingga fosfat akan dilepaskan ke dalam tanah dan anion asam dari bahan organik akan terikat pada Al dan Fe seperti pada Gambar 2. Adanya pelepasan Pterfiksasi meningkatkan jumlah P dalam tanah.

Kalium

Ketersediaan kalium untuk semua variasi media tanam berada pada kategori sangat tinggi. kalium yang tersedia banyak terdapat dalam mineral tanah, sisa tanaman hasil dekomposisi dan abu tanaman berupa arang sekam dan biochar. Oleh karena itu, berdasarkan hasil penelitian bahwa semakin banyak biochar dan bokashi yang digunakan maka ketersediaan kalium dalam tanah semakin meningkat. Selain itu, kalium dapat dipertukarkan dengan kation lain seperti Ca, Mg, Na, Al dan H yang terikat pada muatan negatif koloid tanah dan bahan organik. Pertukaran sangat dimungkinkan terjadi karena adanya sifat kapasitas tukar kation (KTK) pada tanah. Adanya pertukaran ini maka kalium akan dilepas ke dalam larutan tanah dan jumlahnya semakin meningkat.

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa pemberian biochar sekam padi dan bokashi berpengaruh terhadap sifat kimia tanah dengan adanya terdapat peningkatan unsur hara tanah seperti, pH tanah, C-organik, nitrogen, phosphor dan kalium.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada institusi resmi atau perorangan sebagai penyandang dana atau telah memberikan kontribusi lain dalam penelitian.

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA
Kupang, 31 Maret 2022**

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Panataria, L.R., Sihombing, P., dan Sianturi, B. 2020. Pengaruh Pemberian Biochar dan POC terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Pakcoy (*Brassica Rapa L.*) pada Tanah Ultisol. *Jurnal Ilmiah Rhizobia*. 2(1) : 1-14.
- [2] Silitonga, W.O., Rahmawati., dan Chairani. 2020. Respon Pertumbuhan Bibit Tanaman Jeruk Purut (*Citrus Hystrix*) dengan Beberapa Taraf Pemberian Air dan Pupuk Kompos Kotoran Ayam pada Tanah Ultisol. *Agriland*. 8(2) : 198-202.
- [3] Abel. G., Suntari, R., dan Citraesmini, A. 2021. Pengaruh Biochar Sekam Padi dan Kompos terhadap C Organik, N Total, C/N Tanah, Serapan N, dan Pertumbuhan Tanaman Jagung di Ultisol. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*. 8(2) : 451-460.
- [4] Pratiwi, N.E., Simanjuntak, B.H., dan Banjarnahor, D. 2017. Pengaruh Campuran Media Tanam Terhadap Pertumbuhan Tanaman Stroberi (*Fragaria Vesca L.*) sebagai Tanaman Hias Taman Vertikal. *Agric*. 29(1) : 11-20.
- [5] Abdillah, M.H dan Budi, I.S. 2021. Pembuatan dan Hasil Aplikasi Bahan Pembenh Tanah di Lahan Basah Sub Optimal. *Buletin Profesi Insinyur*. 4(1): 23-28.
- [6] Niswati, A., Salam, A.K., Utomo, M., dan Suryani, M. 2017. Perubahan Sifat Kimia Tanah dan Pertumbuhan Tanaman Caisim akibat Pemberian Biochar pada Topsoil dan Subsoil Ultisol. *Prosiding Seminar Nasional BKS PTN Wilayah Barat Bidang Pertanian 2017*.
- [7] Mautuka, Z.A., Maifa, A., dan Karbeka, M. 2022. Pemanfaatan Biochar Tongkol Jagung Guna Perbaikan Sifat Kimia Tanah Lahan Kering. *Jurnal Wahana Pendidikan*. 8(2) : 201-208.
- [8] Herman, w., dan Resigia, E. 2018. Pemanfaatan Biochar Sekam dan Kompos Jerami Padi terhadap Pertumbuhan dan Produksi Padi (*Oryza Sativa*) pada Tanah Ordo Ultisol. *Jurnal Ilmiah Pertanian*. 15(1) : 42-50.
- [9] Novianto., Bimasri, J., dan Pratama, V.A. 2018. Pon Pemberian Pupuk Bokashi Pada Tanah Ultisol Terhadap Produksi Tanaman Sawi Hijau (*Brassica Juncea L*) di dalam Polybag. *Prospek Agroteknologi*. 7(1) : 29-37.
- [10] Lehmann, J. and Joseph. 2009. *Biochar for Enviromental Management: Science and Technology*. Sterling, Va. Earthscan.
- [11] Xu, R.-K., Zhao, A.Z., Yuan, J.-H., Jiang, J. 2012. pH Buffering Capacity of Acid Soils from Tropical and Subtropical Regions of China as Influenced by Incorporation of Crop Straw Biochars. *J. Soils Sediments* 12, 494–502.
- [12] Saidi, A.R., 2018. *Bahan organik Tanah: Klasifikasi, Fungsi dan Metode Studi*. Banjarmasin: Lambung Mangkurat University Press.
- [13] Anonim. Fosfor. <https://slidetodoc.com/v-fosfor-v-fosfor-5-1-pendahuluan-5/> diakses pada 29 Maret 2022.

HALALAN THAYYIBAN CHEMISTRY: THE TOPICS OF CHEMISTRY METHODS IN FOOD SAFETY PERSPECTIVE

Luther Kadang¹, Abdullah Mutis^{2*}, Amor Tresna Karyawati^{3*}, Samudi⁴

¹Jurusan Kimia, Universitas Nusa Cendana, Kupang

²Food Science (Food Technology), Universiti Malaysia Terengganu, Kuala Terengganu, Malaysia

³Jurusan Biologi, Universitas Nusa Cendana, Kupang

⁴Pengawas Sekolah Tingkat MTs, Kementerian Agama Kab. Kupang, NTT

*Corresponding author: amorkaryawati@staf.undana.ac.id

Abstract

Halalan Thayyiban concept is the universal benefits of good that can be offered from halal food. The concept is related to food safety and had the potential to support the sustainability of all efforts to develop food quality for humanity in the future. The application of knowledge and technology will push the concept into a trend of food service and food industry in the future. In this case, Chemistry occupies a special position. The main purpose of this research is to study the interrelationships between *Halalan Thayyiban* concept and Safety Food that has generated by the food service practice and Chemistry methods in food analysis. Another important objective of this research is to analyze the topics of chemistry methods that can be offered in the training of human resources who will be responsible to the Halal assurance of food products as an important part of food safety. The Systematic literature review method approach was used to determine the development of knowledge and research of *Halalan Thayyiban* of food products, especially in the scope of food analysis as part of food safety. Search strategy and identification of scientific articles and others literature sources used electronic databases. The data base search was conducted using Various keywords such as Halal Food, *Halalan Thayyiban*, issues in halal food, and food safety. The review critically appraise, evaluate, and identify limitations and strengths of studies related to *Halalan Thayyiban* of food products as a part of food safety, and role of analytical chemistry in this area. The strength of studies about chemistry methods was offered in food products halal assurance training as a part of food safety. In conclusion, There is a close interrelationships between *Halalan Thayyiban* concept and Food Safety. *Halalan Thayyiban* concept has become important due to its clean and wholesome requirements, and has encourage Food Safety development in food service practice and food industry. The concept has trigger the development of various chemistry methods in Food Analysis for the benefit of food safety. Some topics of chemistry methods that can be offered in the training of human resources who will be responsible to the Halal assurance of food products as an important part of food safety. These topics include: *Halalan Thayyiban* principle, chemical analysis in analysis of *Halalan Thayyiban* of food products (biochemical technique, chromatography techniques, mass spectrometry techniques, electrophoresis techniques, spectroscopic techniques), *Chemometric* Method in analysis of *Halalan Thayyiban* of food products, and Laboratory Safety in food analysis of *Halalan Thayyiban* of food products.

Key Words: *Halalan Thayyiban*, Chemistry Methods, Food Safety, Food Analysis

INTRODUCTION

Halal is an Arabic phrase refer to Islamic law and principles of lawful and permissible. Halal foods are foods that do not contain any components that Muslims are prohibited from consuming [4]. Halal products are the main requirement for country with mostly Muslims population [14].

The need for halal food products is increasing due to the impact of awareness in two important groups. The first group are consumers that aware on the importance of halal as a benefit that ensures the quality, safety and purity of food products. The second group are entrepreneurs that aware on food production according to the halal concept that can meet the needs of consumers. The interesting thing is demand for halal products has been increasing globally, not only from Muslim consumers but also from non-Muslims [3].

At present, the term *Halal Thayyiban* is more used when talking about halal food products. *Halalan Thayyiban* is how to obtain the halal sustenance and the good according to Qur'an. Islam

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA
Kupang, 31 Maret 2022**

strongly emphasises the aspect of *Halalan Thayyiban* of food consumption among its followers [17,14].

Halalan Thayyiban concept is very closely related to the universal benefits of good that can be offered from halal food. This has the potential to support the sustainability of all efforts to develop food quality for humanity in the future, because this concept is closely related to foodsafety. The application of knowledge and technology will push this concept into a trend markof service and food industry in the future. In this case, Chemistry occupies a special position. The main purpose of this research is to study the interrelationships between *Halalan Thayyiban* concept and Safety Food that has generated by the food service practice and Chemistry methods in food analysis. The main purpose can be synthesized into 2 most important objectives, i.e: (i) to conduct a critical review of the impact of Halalan Thayyiban concept to Food Safetydevelopment in food service practice and food industry; (ii) to investigate the impact of the Halalan Thayyiban concept to development of Chemistry methods in Food Analysis for thebenefit of food safety. Another important objective of this research is to analyze the topics of chemistry methods that can be offered in the training of human resources who will beresponsible to the Halal assurance of food products as an important part of food safety.

METHOD

The study was conduct using a literature review to answer the research objectives based on the results of other studies that have been published. Systematic literature review method approach was used to determine the development of knowledge and research of *Halalan Thayyiban* of food products, especially in the scope of food analysis as part of food safety. The review process used a comprehensive search strategy and rigorous, transparent appraisal methods. Search strategy and identification of sciencetific articles and others literature souches used electronic databases were searched in June 2020 using a systematic search strategy by search engine Google Scholar and various databases like EBSCO, Wiley Online Library, Science Direct, Taylor and Pub Med. The data base search was conducted using Various keywords such as Halal Food, *Halalan Thayyiban*, issues in halal food, and food safety. The search findings were further narrowed using keyword 'chemical analysis'. This search was repeated using Google Scholar, then the Eligible literatures was analyzed by systematic literature reviews. The review critically appraise, evaluate, and identify limitations and strengths of studies related to *Halalan Thayyiban* of food products as a part of food safety, and role of analytical chemistry in this area. In the final section, some strength of studies about chemistry food safety.

RESULTS AND DISCUSSIONS

Halalan Thayyiban

According to Saaidin *et al.* (2018), Muslim consumers demand for Halal Assurance and would feel confident in dining when the Halal logo or certification of Halal is visible. Halal restaurant (food service) is based on the concept of Halalan Thayyiban to serve food and beverages following principles of the Islamic laws (Sharia) [19].

For the muslim consumers the basic quality in halal food is the food must be free from prohibited ingredients. It is not just stop there, the preparation of halal food includes the handling and processing stages are important as well. It is not limited to the ingredients only but also the operation where these are the most critical matters, means all the activities in handling and processing of the item must be accorded to halal criteria as stated in halal standard [18].

At present, Halal assurance is one of important food certifications, and it is increasingly adopted by the global food industries [4]. A concrete example of the importance of halal issues can be directly seen in the restaurant food service. Some restaurants labelled “halal and thayyib” offer solution for all consumers, to provide a sense of calm and comfort as well as an Islamic concept [14].

Related to this, the term Halalan Thayyiban has become more popular. Halalan Thayyiban concept in food industry has become an important thing since the awareness of muslim consumers have increase. The concept also attract non-muslim consumer, due to its clean and wholesome requirement. Halalan Thayyiban food products expected to be a good quality, clean and have many benefits for human body. Zainol *et al.* (2019) revealed that *Halalan Thayyiban* derives from two basic

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA
Kupang, 31 Maret 2022**

terms, halal (things or actions that are permitted or lawful by the Syariah law) and Tayyib (wholesomeness and cleanliness) [27]. With respect to food products, halal indicates that the food consumed must be allowed to be consumed in accordance to the Islamic law and tayyib emphasizes that all food must be clean, good quality, nutritious and safe for consumption.

Food does not contain toxic elements and does not has a damaging effects on health is a realization of the concept of tayyiban [3]. *Halalan Thayyiban* is not only to consume halal food but also safe, clean, nutritious and quality foods. To provide information of the nutritional benefits of their food products, the nutrition label is made compulsory to be displayed on food packaging. It is important for the consumer to look into the halal logo and nutrition label on food in purchasing processed food products, to make sure the nutrition and the food product follow *Halalan Thayyiban* principle [27].

Halalan Thayyiban has become an important part of food service and food industry. The development of food service and food industry based on the principle of *Halalan Thayyiban* will form its own increasingly globalized trade cluster. According to Tieman (2015), The halal network depends on interpersonal trust and private relationships. A halal network or society will be important as well as local and international network of halal clusters, because it promotes halal innovation projects, promote new Islamic economic activities and reinforce the halal brand [23].

Izberk-Bilgin and Nakata (2016) have offer five lessons for businesses in using halalmarketing for the Muslim segment, That is holistic meaning of halal, halal rules and rulers, halal policy, attract mainstream consumer, integrated halal approach [8].

Two lessons that interesting are the holistic meaning of halal and the integrated halal approach. Both of these lessons can be accommodated by the Halalan Thayyiban concept asan important part of food safety that supported by scientific evidences.

Halalan Thayyiban and Food Safety

Halalan Thayyiban concept as an important part of food safety is closely related to standardsfor *Thayyib*. Food safety standards and certification are important to ensure food safety and consumer trust. The standards of thayyib products are food and beverages that good for the consumer, which can be observed from the aspect of health, proportional, and safety of the food and beverages [4,14].

Halalan Thayyiban concept for halal food products need to follow safe and hygienic guidelines. In other words, *Halalan Thayyiban* focus on shariah compliance and safety of food, because *Thayyiban* refer to wholesome, pure, clean, nourishing, and safe for consumers' health [9].

Some important issues can enhance our understanding of the Halalan Thayyiban concept as an important part of food safety. These Important issues i.e: food additives and food adulterations, both issues are closely related to the holistic meaning of halal and the integrated halal approach.

Issues on Food Additives

Food additives are used in food processing to make the food less fragile and preventing the deterioration of food quality during the production process [3]. Eating food that is not halal (haram) or doubtful (syubhah) is prohibited in Islam. Likewise, the use of haram or doubtful material ingredients as food additives or adulterant in food products is also prohibited [15]. Based on the concept of halal *Thayyiban*, the perception of food additives can not only be limited to the haram components of food additive agent. Moreover, the negative effects of using food additives also need to be considered as criteria of *Thayyiban*.

The quality of halal processed foods that contain halal food additives from the *Thayyiban* status aspect, need to be re-evaluate [3]. Many food additive agents are unhealthy and can change the originality of food characteristics. Additive agent have been used to increase durability or freshness of the food, but excessive amount and long run consumption of it may cause negative implication to the human body and can contribute to the problems of health, such chronic diseases and critical diseases [25]. Critical evaluation must be considered so that the use of additives does not erase the meaning of *Thayyiban* in halal food product.

Food consumers usually do not know the safety of food additives in the processed food. The information of food safety related data for consumers to determine any harmful chemical ingredients in the food is safe to be consumed is important [25].

This information can help consumers to decide the best food product to consume according to Islamic perspectives by meeting the *Halalan Thayyiban* criteria. The criteria that reflect standards and

quality of food ingredients through a process of verification and certification of safety and health [25].

Issues on Halal food adulterations

Halal authenticity has been an important issue in the food industry. Many cases of involving adulteration of haram or *mushbooh* ingredients in foods productions had reported [5]. Food adulteration is a process in which food quality is reduced or replacing food ingredients or adding unauthenticated substances or removing vital components from food for profit or other reasons [2]. Adulteration is a legal term for a food product which fails to meet certain standards, due to addition of a substances to more expensive substances to increase visible quantities, reduce manufacturing costs and other deceptive or malicious purpose. Food adulteration is reducing the quality of food by adding mixture or substitution of inferior substances or by removing of some valuable ingredient. As more food adulteration occur, Muslim consumers become more concern about the authenticity of halal food. Muslim consumers require an accurate information on food labels, because the ingredient label usually does not list the origin of the ingredients. Hidden ingredients in the food that come from various sources is a big problem for the Muslim consumers, due to this high demand for transparency in the food industry has enhanced the development of methods for the analysis of food ingredients [5].

Halal status of the meat could change according to the way of preparing it. That is why the animal should be slaughtered properly and prepared for consumption by the way of *Shariah* or Islamic practice, to make sure it stay halal [20].

Meat that suppose to be halal for Muslims turn out it could be the opposite. Meat that is bad for human consumption cannot be considered halal, even if it is derived from a halal- slaughtered animal. It is a crime committed by Muslim against Muslim, as well as by and against non-Muslims. Due to this the Halalness of food needs a regulation [13].

Meat Adulteration is defined as the addition or replacement of undeclared substances or materials to make the product appear more valuable than it is. It is divided to 4 main areas; meat origin, meat substitution, meat processing or treatment, and non-meat ingredient additions. Some examples of this issues are Formalin in Meat, Glonggong meat (meat/animal that injected by water), Tiren (meat coming from animal that died yesterday), Fake Meat, Exotic Meat (come from wild animal species), Meat Containing Foodborne Zoonotic Diseases, Mislabeled Meat, Aniline Meat, Garbage Meat (meat that collected from garbage sites), and Food Terrorism. Islam strongly emphasises the aspect of *halalan Thayyiban* of food consumption among its followers, that is why it must be gained clearly from halal animals that have been slaughtered based on Islamic practices and free from contamination of harmful elements. Because of this type of fraud, the muslim must be careful in choosing the foods they gonna eat [17]. Halal forensic laboratory testing method can be applied for food adulteration screening to make sure the food products is halal [11].

Halalan Thayyiban Integrity food

Halalan Thayyiban as a part of food safety is a continuous process in the food service and food industry. It is important to pay special attention to *Halalan Thayyiban* Risk Management Plan (HTRMP).

The HTRMP is important in management to control the quality, safety and Halal Thayyiban of product start from raw material until reach to consumer, and it is also important for the company to control and manage their halalness start from the procurement until end user [21].

Food supply chain is not only concerned about food but also the origin, transparency, potential for fraud and adulteration, increasing consumers, confidence, traceability and quality issues. Halal food supply chain integrity encompasses protective and preventive measures to ensure food products remain halal from production until they reach consumers [22].

Food safety is part of halal integrity as wholesomeness (*tayyab*), because halal integrity present details of the halal status of the product. Halal integrity make sure that the product remain halal throughout the supply chain and free from any activities that might breached the halal status [22]. In this context it is very important to strengthen the role of food analysis in the integrity of *Halalan Thayyiban* food products.

The role of food analysis in the integrity of *Halalan Thayyiban* food products is very closely related to role of Chemistry Analytical methods. chemistry analytical methods are very important for analysis of halal authenticity in food products as integrity of *Halalan Thayyiban* food product.

Halalan Thayyiban and Role Of Analytical Chemistry Methods

Food products could be contaminated with small amounts of Haram substances that cannot be detected by vision, smell, or taste [11]. Role of chemistry analytical methods are very important for halal authenticity in food products. The analytical methods have been developed as a tool of scientific validation to solve the issues of the halal authentication. Hassan *et al.* (2018) revealed that the analytical methods are important for halal authenticity in food and pharmaceutical products. Numerous analytical methods have been developed to deal with the emerging issues, some of the main chemical methods used for the authentication analysis are biochemical, chromatography, mass spectrometry, electrophoresis, and spectroscopic techniques [6].

With increase complexity of the consumer products a new analytical techniques need to be developed [12]. The analytical methods have been developed as tool of scientific validation to solve the issues of the halal authentication. Hassan *et al.* (2018) revealed that the analytical methods are important for halal authenticity in food and pharmaceutical products. Numerous analytical methods have been developed to deal with the emerging issues, some of the main chemical methods used for the authentication analysis are biochemical, chromatography, mass spectrometry, electrophoresis, and spectroscopic techniques [6].

The results of laboratory work are needed in efforts to enforce food law, food safety, quality policy, and decision making. In particular halal food control, monitoring of certain haram ingredients in raw materials and final food products that show compliance with some halal requirements. This helps provide information and customer confidence. At the same time, this part of the belief in halal authority [1].

It is clear that the demands of *Halalan Thayyiban* food product have increase, and it trigger some issues that require the development of various chemistry methods for food analysis. This development of various chemistry methods for food analysis is important to make sure the *Halalan Thayyiban* food products fulfill the requirement of its *Halalan Thayyiban* concept in food industry.

Analytical methods have become important for halal authenticity in food and pharmaceutical products. It has been developed to deal with the emerging issues because it is the only scientific validation for the halal authentication for now, some of the main chemical methods such as biochemical, chromatography, mass spectrometry, electrophoresis, and spectroscopic techniques used for the authentication analysis [6].

Lesson from Gelatin Issue

Several techniques such as FTIR, HPLC, PCR and others have been developed to assist consumers in choosing food products [5]. Pork gelatin is a fairly widespread issue on the topic of halal food and halal pharmaceutical products. The development of chemical methods in the analysis of gelatin from pork is a representative example for the development of chemical methods in the analysis of the halal status of a product.

The enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) method is a biochemical technique, involves the quantification of biologically molecular interaction and normally used in immunology to determine the presence of antibody and antigen. ELISA was developed to identify bovine and porcine gelatins [6].

Polymerase chain reaction (PCR) is another analytical method in biochemistry that has been widely used to identify gelatin for halal authentication purposes. It is used in detecting the presence of deoxyribonucleic acid (DNA) and quantification of trace DNA, to identify porcine and pork DNA as well as other animals in gelatin, food, and pharmaceutical products. Real-time PCR is one of the most common PCR techniques such as PCR-restriction fragment length polymorphism, species-specific PCR, and multiplex PCR. Real-time PCR is used to detect the presence of porcine DNA in food and pharmaceutical products [6].

The high-performance liquid chromatography (HPLC) method was used to profile the amino acid content in the gelatin in the form of chromatogram and the peak heights are observed to discriminate the sources of gelatin, and it identified bovine and porcine gelatins [6].

Sodium dodecyl sulphate-polyacrylamide gel electrophoresis (SDS-PAGE) is an electrophoretic method used to separate molecules based on their molecular weight, and commonly used to analyze proteins in complex extracts. The method was used to examined the differences of electrophoretic polypeptides between porcine and bovine gelatin, and used to differentiate bovine and porcine gelatin

in processed foods and adulterated samples. The distinct patterns between both gelatins estimated the origin of the gelatin and indicated the adulteration of the gelatin [6].

Fourier transform infrared (FTIR) spectroscopy is another analytical method used in identification of the sources of gelatin and other nonhalal substances. The FTIR spectroscopy method is simple and accurate for discriminating spectra between samples, and useful to deal with numerous adulteration problems in food products. The FTIR result in the form spectrum represents the molecular fingerprint of samples, and it covers the details on functional groups and chemical compositions of samples. Spectrum of each sample is different, it make gelatin sources identification and halal authentication more practical. Although immense similarity of chemical properties and structures of the proteins between the gelatins make it difficult to discriminate the sources accurately [6].

Principal component analysis (PCA)

Chemometrics is an important part of analytical chemistry, it combines mathematics, statistics, and logic to design or select optimal measurement procedures and experiments that enable the extraction of maximum chemical information. Extraction of maximum chemical information is relevant to analyze chemical data and helps in understanding chemical systems [10].

Principal component analysis (PCA) is a nonparametric technique and Chemometric tool which is used to extract relevant information in data analysis, It is widely used in multivariate data analysis to extract information from data with multiple variables. The PCA method reduces the proportion of the data and extracts the most pertinent information from the data set [6]. The principal component analysis (PCA) is one of various chemometric techniques that reduces the dimensions of the data sets and simplifies the data for easy and meaningful interpretations [10].

Obviously, analytical capacity is needed in control of *Halalan Thayyiban* food products. This is manifested by the availability of qualified laboratory facilities and human resources with expertise and skills. Development and Sustainability of the analytical capacity can be realized by training of human resources who have competence in food analysis of the *Halalan Thayyiban* food products.

Training of Food Analysis of The *Halalan Thayyiban* Food Products

Education and research is one of five pillars that critical in building a strong halal production and trade cluster the halal cluster model [23]. Therefore, the integration of research results into education becoming more important in the development and sustainability of the analytical capacity, by training the human resources who have competence in food analysis of the *Halalan Thayyiban* food products. This training is training of the Halal assurance as a importance part of food safety.

Halal training is important for human resource development in the halal industry [7]. Training is a process that applies different methods to strengthen employees' knowledge and skill needed to perform their job effectively, and an aspect of human resources development function of the organization. Specialized and affordable training and development is needed for companies and employees to increase their competitiveness. A company does not have to be run, operated or owned by muslim to produce halal products as long as the product is produced under strict regulations, supervision, support, guidance and the important factor is the trained and competent muslim production inspector must ensure thehalal needs and standard requirements are fulfilled [7].

Adequate human resources is the key to halal business sustainability. Therefore, the development of halal studies and training programs is one of the accelerators in providing quality human resources for the halal industry. Systematic planning for halal studies and training must be designed perfectly to provide knowledge about halal concepts and management aspects [26].

The training program is not limited to the understanding of at halal training activities carried out specifically. In conducting education at the university, providing topics related to Halalan Thayyiban in courses related to food studies is also part of the training program. Some Chemistry Department and Food Science Department provide courses of Food Chemistry as expertise courses or elective courses. The training program of Halalan Thayyiban as a part of food safety can be carried out by providing some topics of Halalan Thayyiban. some topics related to the chemical analysis of *Halalan Thayyiban* food products. We use the term *Halalan Thayyiban Chemistry* for these topics.

The experience of researchers from various countries is an important input for the development of *Halalan Thayyiban Chemistry*. Based on what has been explained in the discussion above, several topics of Halalan Thayyiban Chemistry *Halalan Thayyiban Chemistry* can be given to students participating in food chemistry courses, including: *HalalanThayyiban* principle, chemical analysis in

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA
Kupang, 31 Maret 2022**

Analysis of *Halalan Thayyiban* food products (biochemical technique, chromatography techniques, mass spectrometry techniques, electrophoresis techniques, spectroscopic techniques), Chemometric Method in Analysis of *Halalan Thayyiban* food products, and Laboratory Safety in food analysis of *Halalan Thayyiban* food products.

We believe that in this training, the concept of *Halalan Thayyiban* is very important to be taught. According to Mursyidi (2013), Chemical analysis is important to verify and authenticate the halal products, but does not cover all of non halal matters such as those which are not chemical in nature (slaughtering system).

Topic about chemometric method in analysis of *Halalan Thayyiban* food products is very important to be given in this training, because it can provide the trainees with ability to manage chemical analysis data thus increase the accuracy of chemical analysis results. There is an information gap about the specific procedures of laboratory safety for the *Halalan Thayyiban* food analysis laboratory. The procedures must be developed immediately and applied in the training of human resources who will be responsible to the Halal assurance of food products as an important part of food safety.

CONCLUSIONS

In conclusion, There is a close interrelationships between *Halalan Toyibban* - Safety Food. This is a positive impact to attention of food products for muslim consumers, due to practice and development of chemistry methods in food analysis for *Halalan Thayyiban* in food products and food service. *Halalan Thayyiban* concept in food industry has become important due to its clean and wholesome requirements, and has encourage Food Safety development in food service practice and food industry. *Halalan Thayyiban* concept has trigger the development of various chemistry methods in Food Analysis for the benefit of food safety. Chemistry methods is develop for better food analysis, and it increase the accuracy of the food analysis. Some topics of chemistry methods that can be offered in the training of human resources who will be responsible to the Halal assurance of food products as an important part of food safety. These topics include: *Halalan Thayyiban* principle, chemical analysis in analysis of *Halalan Thayyiban* of food products (biochemical technique, chromatography techniques, mass spectrometry techniques, electrophoresis techniques, spectroscopic techniques), *Chemometric* Method in analysis of *Halalan Thayyiban* of food products, and Laboratory Safety in food analysis of *Halalan Thayyiban* of food products.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

Luther Kadang and Abdullah Mutis prepared and wrote the manuscript under the supervision of other authors. Amor Tresna Karyawati and Samudi provided some inputs and reviewed the draft for publication.

PUSTAKA

- [1] Ahmad, A. N., Abidin, U. F. U. Z., Othman, M., & Rahman, R. A. (2018). Overview of the halal food control system in Malaysia. *Food Control*, 90, 352-363.
- [2] Choudhary, A., Gupta, N., Hameed, F., & Choton, S. (2020). An overview of food adulteration: Concept, sources, impact, challenges and detection. *IJCS*, 8(1), 2564-2573.
- [3] Dahlal, N. M., & Ahmad, F. A. (2018). Beyond Halal in Food Product: Present and Future of Halalan Tayyiban. *Review of Integrative Business and Economics Research*, 7, 276-289.
- [4] Demirci, M. N., Soon, J. M., & Wallace, C. A. (2016). Positioning food safety in Halal assurance. *Food Control*, 70, 257-270.
- [5] Fadzlillah, N. A., Man, Y. B. C., Jamaludin, M. A., Rahman, S. A., & Al-Kahtani, H. A. (2011). Halal food issues from Islamic and modern science perspectives. In *2nd International Conference on Humanities, Historical and Social Sciences* (Vol. 171, pp. 59-163).
- [6] Hassan, N., Ahmad, T., & Zain, N. M. (2018). Chemical and chemometric methods for halal authentication of gelatin: an overview. *Journal of food science*, 83(12), 2903-2911.
- [7] Hashim, H. I. C., & Shariff, S. M. M. (2016). Halal supply chain management training: issues and challenges. *Procedia Economics and Finance*, 37, 33-38
- [8] Izberk-Bilgin, E., & Nakata, C. C. (2016). A new look at faith-based marketing: The global

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA
Kupang, 31 Maret 2022**

- halal market. *Business horizons*, 59(3), 285-292.
- [9] Karim, R. A., Mahmud, N., Marmaya, N. H., & Hasan, H. F. A. (2020). The Use Of Total Quality Management Practices For Halalan Thayyiban Of Halal Food Products: Exploratory Factor Analysis. *Asia-Pacific Management Accounting Journal*, 15(1), 1-20.
- [10] Kumar, K. (2017). Principal component analysis: Most favourite tool in chemometrics. *Resonance*, 22(8), 747-759.
- [11] Mahama, S., Waloh, N., Chayutsatid, C., Sirikwanpong, S., Ayukhen, A., Marnpae, M., Nungarlee, U., Petchareon, P., Munaoearoh, W., Khemtham, M., Noppornpunth, V., Dahlan, V., & Ngamukote, S. (2020). Postmarket Laboratory Surveillance for Forbidden Substances in Halal-Certified Foods in Thailand. *Journal of Food Protection*, 83(1), 147-154.
- [12] Mursyidi, A. (2013). The role of chemical analysis in the halal authentication of food and pharmaceutical products. *Journal of Food and Pharmaceutical Sciences*, 1(1), 1-4.
- [13] Pointing, J., Al-Teinaz, Y. R., Lever, J., Critchley, M., & Spear, S. (2020). Food Fraud. *The Halal Food Handbook*, 321-329.
- [14] Puspardini, M. D., & Setiaji, H. (2019). Investigating Beyond The Label Of “Halalan-Thayyiban”: The Halal Guarantee System In Local Restaurant. *IJIBE (International Journal of Islamic Business Ethics)*, 4(1), 551-562.
- [15] Rahim, H. A., Ahmad, H., & Rahim, M. H. A. (2020). THEORETICAL CONCEPT OF ISTIHALAH IN GELATINE APPLICATION: A REVIEW. *AL-QIYAM International Social Science and Humanities Journal*, 3(2), 140-146.
- [17] Ramli, M. A. (2018). Halal Meat Fraud And Safety Issues In The Malaysian And Indonesian Markets. *Journal Of Halal Industry & Services*, 1(1), a0000008.
- [18] Razak, A. R., Kamaruddin, R., Iberahim, H., Hamid, N. A., & Samah, M. A. A. (2015). Halal Food Services Management Priority (HFMP) using Multi Criteria Decision Making (MCDM). In *Proceedings of International Malaysia Halal Conference, IM Halal, Kuala Lumpur* (pp. 1-2).
- [19] Saaidin, M., Hamid, N. R. A., & Nurbayah, S. (2018). Muslim Consumers’ Perceptions of Service Quality for Halal Food Service Industry. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 8(9), 1965-1973.
- [20] Salahudin, A., Ramli, M. A., Zulkepli, M. I. S., & Razak, M. I. A. (2017). Issues in halal meat product and authentication technology from islamic perspectives. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 7(12), 1305-1315.
- [21] Saleh, N., Ibrahim, I., & Abd Rahman, F. (2019). Determine the Factors of Influence the Technological, Organizational, Environmental, Halal Awareness towards Halalan-Thayyiban Risk Management Plan (HTRMP). *transportation*, 2(09).
- [22] Soon, J. M., Chandia, M., & Mac Regenstein, J. (2017). Halal integrity in the food supply chain. *British Food Journal*. 119 (1), pp. 39-51
- [23] Tieman, M. (2015). Halal clusters. *Journal of Islamic Marketing*. 6(1), 2-21.
- [24] Wibowo, M. W., & Ahmad, F. S. (2016). Non-Muslim consumers’ halal food product acceptance model. *Procedia Economics and Finance*, 37(16), 276-283.
- [25] Zakaria, M. Z., Nordin, N., Ab Malik, A. M., Elias, S. J., & Shahuddin, A. Z. (2019). Fuzzy expert systems (fes) for halal food additive. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 13(3), 1073-1078.
- [26] Zain, N. M., Muhamad, N. H. N., Yaacob, A. C., & Ahmad, S. M. S. (2017). Halal science curriculum and research: development among organisation of Islamic cooperation (OIC) countries. *International Journal of Asian Social Science*, 7(9), 718-727.
- [27] Zainol, Z., Yahaya, R., Osman, J., & Omar, N. A. (2019). Application of the Tayyib concept among Malaysian muslim consumers. *Journal of Islamic Marketing*, 11(3), pp. 819-840.

EKSTRAKSI SENYAWA TURUNAN ANTRAKUINON DARI KULIT AKAR MENGGKUDU (*MORINDA CITRIFOLIA L.*) ASAL PULAU TIMOR UNTUK APLIKASI *DYE SENSITIZED SOLAR CELL* (DSSC)

Titus Lapailaka, Fedwin S. Loinenak, Sherlly M. F. Ledoh, Odi Th. E Selan

Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana Indonesia

^{a)}Koresponding author: tlapailaka@staf.undana.ac.id

Abstrak

Telah dilakukan penelitian mengekstrak Senyawa Turunan Antrakuinon dari Kulit akar Mengkudu (*Morinda citrifolia L.*) asal Pulau Timor untuk aplikasi Dye Sensitized Solar Cell (DSSC). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui rendemen, mengkarakterisasi ekstrak metanol akar mengkudu dan mengetahui kinerja ekstrak sebagai pewarna pada DSSC. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu ekstraksi, kromatografi, uji KLT dan uji Fitokimia. Ekstraksi dilakukan dengan metanol dan diperoleh rendemen sebesar 20%. Pemisahan dengan kolom kromatografi menggunakan eluen etil asetat : n-heksan (1:4) diperoleh rendemen sebesar 2,4%. Identifikasi hasil kromatografi dengan uji KLT dan uji fitokimia yang diperoleh faktor retensi 0,97 dan terjadi perubahan warna merah saat disemprot KOH 10%. Analisis efisiensi DSSC dengan material semikonduktor ZnO dan pewarna dari ekstrak metanol akar Mengkudu diperoleh sebesar 0,09%.

Kata kunci: *Mengkudu, DSSC, ZnO dan Morindon.*

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang kaya akan flora dan fauna. Hal ini dibuktikan dengan 2.827 jenis satwa vertebrata non ikan dengan 848 jenis endemik. Disamping itu, Indonesia mempunyai 37.000 jenis tumbuhan tinggi diantaranya 18.500 tumbuhan endemik [9]. Salah satu tumbuhan yang ada di Indonesia yaitu Mengkudu (*Morinda citrifolia L.*). Pada tahun 2014 Produksi tanaman Mengkudu di Indonesia mencapai 8.577.347 Kg dengan kontribusi 1,44% dari tanaman Biofarmaka [15].

Pemanfaatan Mengkudu oleh masyarakat diantaranya sebagai obat luka, sariawan, sakit gigi, rematik, sakit perut dan hipertensi. Bagian tanaman yang digunakan diantaranya buah, daun, batang dan akar. Selain itu Kandungan zat warna pada Mengkudu juga dimanfaatkan sebagai pewarna alami pada kain tenun. Karena memiliki zat warna inilah mengkudu seharusnya dapat digunakan sebagai *dye* pada sel Surya. Beberapa zat warna alami telah dimanfaatkan sebagai *dye* pada sel Surya contohnya klorofil, antosianin, karoten dan betalain [11]. Penelitian sel surya berbasis zat warna organik telah banyak dilakukan, namun belum diperoleh efisiensi yang baik untuk mendekati zat warna anorganik.

Zat warna anorganik telah digunakan sejak awal yaitu zat warna ruthenium. Namun, kelemahan dari zat warna ini yaitu memiliki biaya produksi yang mahal dan tidak ramah lingkungan [11]. Sehingga pemanfaatan zat warna organik yang memiliki biaya produksi yang murah, tidak beracun dan ramah lingkungan sedang dikembangkan oleh para peneliti. Disamping itu, kenaikan harga minyak bumi, pemanasan global dan kenaikan jumlah kebutuhan listrik menjadi tantangan untuk mengurangi permasalahan ini.

Berbagai jenis energi alami berupa angin, air dan matahari sangat melimpah dan Indonesia tergolong memiliki energi alami yang cukup maksimal karena sebagai negara kepulauan dan berada pada sumbu 6° lintang selatan dan 11° lintang utara. Rata-rata intensitas penyinaran di Indonesia adalah 4,8 kWh/m²/hari. Oleh karena itu, Indonesia memiliki potensi pengembangan solar sel yang cukup maksimal [11].

Peningkatan performa sel Surya dapat dilakukan dengan penambahan zat warna organik sebagai sensitizer yang berperan untuk kesensitifan sel terhadap cahaya [7]. Morindon merupakan zat pemberi warna merah pada akar Mengkudu, Oleh karena itu, penggunaan morindon dari kulit akar Mengkudu pada DSSC diharapkan dapat meningkatkan efisiensi pada sel surya

SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I UNIVERSITAS NUSA CENDANA

Kupang, 31 Maret 2022

METODE

Untuk mendapatkan hasil yang maksimal, maka penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahap yaitu ekstraksi zat warna, pemisahan dengan kolom kromatografi dan KLT, uji fitokimia, karakterisasi dengan spektrofotometer UV-Vis dan FTIR, preparasi DSSC dan pengujian DSSC

Ekstraksi zat warna

Ekstraksi zat warna pada kulit akar Mengkudu dilakukan maserasi dengan rasio 3 kali selama 1 minggu. Sebanyak 100 gr sampel dimaserasi dengan metanol sebanyak 1 Liter dan disaring. Semua filtrat yang diperoleh digabungkan dan dipekatkan dengan rotary evaporator kemudian dipisahkan dengan kolom kromatografi.

Pemisahan dengan Kolom Kromatografi, KLT dan uji fitokimia

Ekstrak kental metanol hasil evaporasi dipisahkan dengan kolom kromatografi menggunakan eluen n-heksan : etil asetat (2:8). Hasil kolom ditampung pada tabung reaksi. Uji KLT dilakukan untuk memperoleh nilai faktor retensi. Selanjutnya diuji fitokimia dengan basa KOH 10%. Sampel dengan warna noda dan faktor retensi yang sama di gabung, dievaporasi dan dianalisis dengan FTIR dan spektrofotometer UV-Vis

Pengujian Spektrofotometri UV-Vis

Sebanyak 0,12 gram ekstrak pekat diencerkan dengan labu 10 mL. Hasil pengenceran diisi pada kuvet kemudian diukur absorbansinya pada panjang gelombang 200-800 nm dan metanol sebagai blanko.

Pembuatan elektrolit

Elektrolit yang digunakan ialah Iodida/Triiodida dengan cara mencampurkan 0,8 gram KI dengan 10 mL asetonitril lalu diaduk. Setelah itu ditambahkan 0,127 gram I_2 dan diaduk hingga Homogen.

Pembuatan elektroda lawan karbon

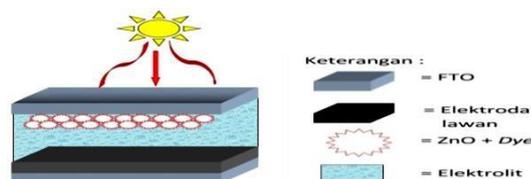
Sebagai sumber karbon digunakan grafit dari baterai. Grafit digerus dengan menggunakan mortar sampai halus. Kemudian ditimbang sebanyak 0,5 gram serbuk PVA dicampur dengan 4,5 mL akuades dan dipanaskan dengan suhu $80^\circ C$ sampai tercampur sempurna. Selanjutnya ditambahkan 4,5 gram grafit karbon, hasil campuran kemudian dilapisi pada bagian konduktif kaca dengan ukuran $2 \times 2,5$ cm dan dipanaskan dengan menaikkan suhu secara perlahan sampai $450^\circ C$ selama 15 menit.

Preparasi pasta ZnO

Sebanyak 0,5 gram PVA dicampur dengan 4,5 mL akuades kemudian dipanaskan pada suhu $80^\circ C$ diaduk dengan teratur, kemudian dimasukan serbuk ZnO sebanyak 4,5 gram dan dilakukan pengadukan sampai tercampur sempurna.

Perakitan DSSC [8]

Kaca ITO dibersihkan terlebih dahulu dengan menggunakan metanol, setelah itu dikeringkan selama 15 menit pada suhu $100^\circ C$. Dibuat ukuran $2,5 \times 2,5$ cm untuk 2 kaca, dilakukan perekatan dengan isolasi pada sisinya sehingga tersisa 1×1 cm ditengah substrat . Kemudian, Substrat dilapisi dengan pasta ZnO sampai rata dengan metode *doctor blade*. Selanjutnya, dikeringkan dengan *hot plate* pada suhu $300-450^\circ C$ selama 1 jam. Substrat kemudian direndam pada *dye* selama 2 jam. Lapisan ZnO ditutup dengan elektroda lawan karbon dan dijepit kedua sisinya dengan struktur *sandwich*. Elektrolit ditetaskan pada celah kedua kaca secara merata dan siap diukur. Rangkaian nya seperti gambar 1.



Gambar 1. Susunan DSSC

Pengujian DSSC [6]

Sel surya yang dihasilkan diukur karakteristik arus dan tegangan (I-V) dengan merangkainya dengan sebuah multimeter dan beban atau potensiometer untuk mengatur arus di dalam rangkaian.

SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I UNIVERSITAS NUSA CENDANA

Kupang, 31 Maret 2022

Skema rangkaian pengukuran DSSC adalah sebagai berikut :

Nilai arus dan tegangan sel surya diukur pada setiap posisi potensiostat yang divariasikan mula-mula pada resistansi maksimum hingga nilai minimumnya. Hasil pengukuran yang diperoleh dibuat kurva I-V untuk menentukan performa energi sel surya. Dari kurva I-V diperoleh data *Open Circuit Voltage* (V_0) dan *Short Circuit* (I_{sc}).



Gambar 2. skema rangkaian listrik pengujian sel surya.

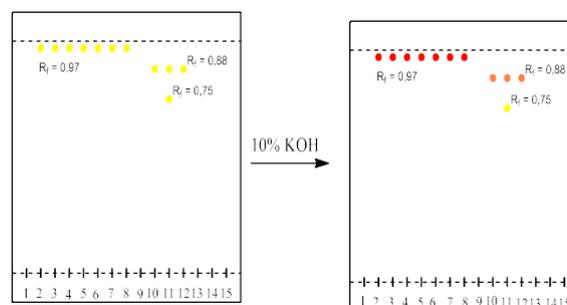
HASIL DAN PEMBAHASAN

Ekstraksi zat warna

Sebanyak 100 gram sampel yang telah dihaluskan, dimaserasi dengan pelarut metanol. Tujuan penggunaan metanol karena memiliki partikel yang kecil dengan kemampuan menembus dinding sel dan menarik komponen polar maupun nonpolar. Penggunaan metanol juga karena mempunyai titik didih yang rendah sehingga mudah diuapkan dan membutuhkan waktu yang singkat [3]. Hasil ekstraksi kemudian dievaporasi dan diperoleh rendemen yaitu 20%.

Pemisahan dengan kolom kromatografi, KLT dan uji fitokimia

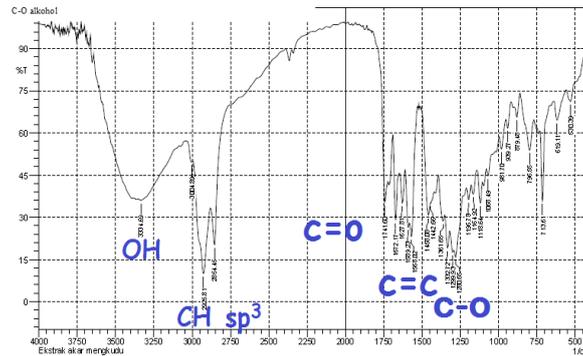
Silika yang sudah dioven kemudian dibuat berupa bubuk dengan pelarut etil asetat : n-heksan 1 : 4 (v/v). Tujuan penggunaan bubuk silika yang merupakan salah satu keunggulan dari metode basah yaitu mudah dituangkan dan memperkecil kesalahan timbulnya gelembung udara. Hasil kolom yang diperoleh ditampung di dalam tabung reaksi untuk diuji dengan Kromatografi Lapis Tipis. Hal ini untuk mengetahui nilai faktor retensi (R_f) dan noda yang diperoleh saat bermigrasi oleh eluen. Hasil kolom yang diperoleh yaitu mulai dari tabung dengan larutan yang berwarna bening, kuning sampai coklat.



Gambar 3. Hasil KLT dengan aplikasi Chem Draw

Gambar 3. merupakan hasil uji kromatografi lapis tipis pada sampel hasil kromatografi dengan eluen *n*-heksan : etil asetat (1:1). Pada tabung 2-9 menunjukkan adanya noda kuning dengan jarak tempuh noda 3,4 cm yang mempunyai nilai R_f sebesar 0,97. Sedangkan pada tabung 11-13 terdapat noda dengan jarak 3,1 cm yang mempunyai nilai R_f 0,88. Tabung reaksi 12 terdapat noda ganda yang menunjukkan ada 2 senyawa dalam tabung tersebut. Kemudian untuk uji fitokimia dilakukan dengan menyemprotkan larutan KOH 10% pada Kromatogram dengan reaksi positif berwarna merah.

Karakterisasi dengan FTIR



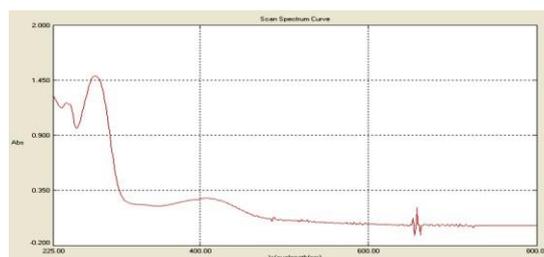
Gambar 4. Spektrum FTIR ekstrak akar Mengkudu.

Gambar 4. merupakan hasil karakterisasi FTIR ekstrak kulit akar Mengkudu. Berdasarkan spektrum di atas terdapat beberapa gugus fungsi seperti pada tabel 1 [4, 14, 5].

Tabel 1. Bilangan gelombang, Gugus fungsi dan referensi.

Bilangan gelombang (cm ⁻¹)	Gugus fungsi	Referensi bilangan gelombang
3.334,69	OH	3.450-3.200
3.004,89 ; 2.925,1 dan 2.854	C-Hsp ³ stretch	3.100-2800
1.741,60 ; 1.672,17 dan 1.627,81	C=O.	1.900-1.650
1.589,23 ; 1.568,02 dan 1.458,08	C=C	1.600-1.450
1068,49; 1.118,64 dan 1.195,78	C-O alkohol	1.300-1.000

Karakterisasi dengan UV-Vis



Gambar 5. Spektrum UV-Vis ekstrak akar Mengkudu.

Sampel dengan konsentrasi 0,0012 % terdapat 2 puncak yaitu puncak pertama pada panjang gelombang 274 nm dengan absorbansi sebesar 1,494 dan puncak kedua pada panjang gelombang 406 dan 409 nm sebesar 0,273 menunjukkan adanya senyawa antrakuinon pada sampel yang diduga Morindon. Menurut Sudarsono dan Aini (1997) serapan antrakuinon pada daerah panjang gelombang 430-450 dan 267-279 [14].

Preparasi DSSC

Hasil preparasi pasta ZnO dengan memanaskan air pada suhu 80 °C dan ditambahkan *polyvinyl alcohol* (PVA). Tujuan penggunaan PVA ini sebagai pengikat antara kaca dan ZnO dan suhu 80 °C

SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I UNIVERSITAS NUSA CENDANA

Kupang, 31 Maret 2022

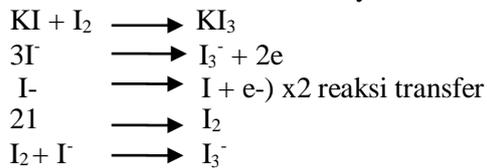
merupakan suhu penguraian dari polimer. Selanjutnya dimasukan ZnO dan distirer sampai tercampur sempurna. Hasil yang diperoleh yaitu seperti pasta gigi berwarna putih dan lengket.

Bagian yang konduktif direkatkan isolasi sebagai pembatas sehingga ukuran kaca menjadi 2 cm x 2,5 cm dan luas permukaan menjadi 5 cm². Bagian ini kemudian dilapisi pasta ZnO dengan metode *doctor blade* yaitu dengan meratakan pasta ZnO dengan pengaduk. Metode ini merupakan metode yang paling mudah untuk membuat pasta merata dengan baik. Selanjutnya dipanaskan dengan menaikkan suhu secara perlahan-lahan sampai suhu mencapai 450 °C.

Selanjutnya Kaca direndam pada zat warna ekstrak akar Mengkudu selama 2 jam. Hasil yang diperoleh setelah Anode direndam pada zat warna yang memiliki konsentrasi 0,12% dalam metanol 10 mL maka berubah warna menjadi merah hal ini karena adanya interaksi kovalen antara zat warna dan ZnO.

Preparasi elektroda lawan dengan menambahkan larutan PVA ke dalam grafit yang telah digerus dan distirer untuk menjadikannya homogen. Setelah homogen maka siap dilapisi pada kaca dengan ukuran yang sama dengan elektroda ZnO. Kemudian dipanaskan untuk menghilangkan sisa air pada larutan PVA dan juga menguatkan ikatan antara ZnO dengan kaca ITO. Penggunaan grafit yang merupakan kumpulan atom karbon ini bertujuan sebagai katalis untuk membantu triiodida menerima elektron.

Elektrolit yang digunakan yaitu elektrolit cair dari hasil reaksi antara KI, asetonitril dan I₂. Mekanisme reaksi redoks elektrolit yaitu:



Kedua kaca elektroda ditempel dan dijepit bagian pinggirnya sehingga tidak mudah lepas. Selanjutnya ditambahkan elektrolit pada bagian samping. Elektrolit ini bersifat sebagai penyedia elektron untuk menggantikan elektron pada *dye* yang teroksidasi. Kemudian dijepit dengan aligator klip dan diukur Arus dan Tegangannya menggunakan Multimeter.

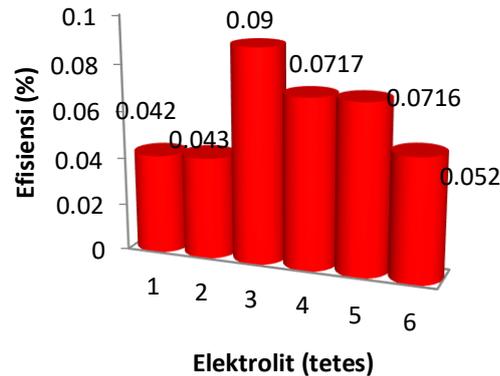
Pengujian DSSC

Pembacaan arus diatur jarum pada skala 2000 μA dan tegangan pada skala 200 mV. Pengukuran dimulai setiap 1 menit dengan bantuan *stopwatch* dan juga lampu halogen 10 Watt sebagai sumber cahaya pengganti Matahari yang memiliki daya yang konstan. Ketika sel ditetesi larutan elektrolit, dihubungkan dengan Multimeter dan disinari maka terjadi perubahan angka hal ini menunjukkan adanya eksitasi elektron pada pewarna oleh energi dari cahaya lampu. Ketika anoda dikenai cahaya maka energi foton diserap oleh pewarna yang telah berikatan dengan ZnO, sehingga elektron pada pewarna memperoleh energi untuk tereksitasi. Selanjutnya elektron pada pewarna tereksitasi dari keadaan dasar (*Highest Occupied Molecular Orbital*) ke keadaan tereksitasi (*Lowest Unoccupied Molecular Orbital*).

Elektron terinjeksi ke pita konduksi ZnO yang berperan sebagai akseptor elektron. Molekul pewarna yang kehilangan elektron ini dalam keadaan teroksidasi. Injeksi ini terjadi karena adanya ikatan antara pewarna dan semikonduktor. Kemudian elektron akan ditransfer melalui rangkaian luar menuju ke elektroda lawan. Elektron yang tereksitasi ini akan kembali ke sel sehingga bereaksi dengan elektrolit dan menuju ke pewarna yang teroksidasi.

Ketika proses ini terjadi maka pada keadaan dasar terjadi *hole* sehingga akan terisi oleh elektron dari elektrolit redoks. Elektrolit yang digunakan ini sebagai pasangan redoks yang akan bertindak sebagai mediator penyedia elektron dan menghasilkan suatu siklus.

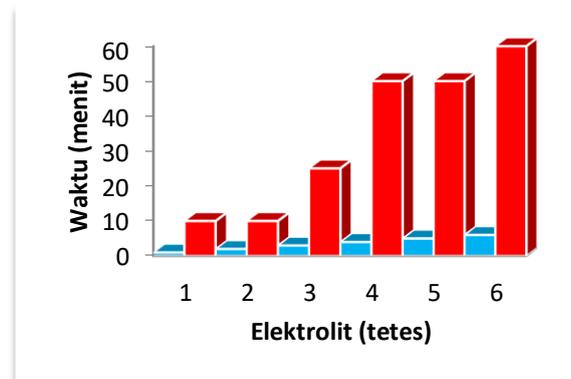
**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA
Kupang, 31 Maret 2022**



Gambar 6. jumlah elektrolit vs efisiensi.

Berdasarkan diagram di atas yang merupakan hasil pengukuran efisiensi berdasarkan penambahan jumlah elektrolit. Efisiensi DSSC tertinggi dengan penambahan elektrolit sebanyak 3 tetes dengan nilai 0,09%. Elektrolit dengan jumlah 3 tetes merupakan nilai optimum untuk pengukuran efisiensi pada rangkaian DSSC ini. Penambahan jumlah elektrolit melebihi jumlah optimum tidak mampu meningkatkan efisiensi DSSC. Hal ini karena ikatan antara Morindon dan ZnO mulai putus sehingga menurunkan kemampuan dari ZnO yang tersensitasi Morindon untuk menyerap dan mengkonversi energi matahari menjadi energi listrik. Secara fisik dapat dilihat dari perubahan warna pada ZnO yang mulai memudar.

Penambahan elektrolit sebanyak 1 dan 2 tetes masing-masing mampu menghasilkan arus dari 11-1 μA selama sepuluh menit. Ketika ditambahkan 3 tetes mampu menghasilkan arus dari 16-1 μA dengan waktu 25 menit. Kemudian untuk 4 dan 5 tetes elektrolit menghasilkan arus dari 15-1 μA selama 50 menit. Selanjutnya untuk elektrolit sebanyak 6 tetes menghasilkan arus dari 7 meningkat ke 18 dan turun sampai 1 μA selama 60 menit. Peambahan elektrolit sampai dengan 6 tetes ini tidak disarankan karena ukuran kaca yang kecil sehingga sebagian elektrolit keluar dari substrat dan terjadi korosi.



Gambar 7. jumlah elektrolit vs waktu.

Berdasarkan diagram batang di atas menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah elektrolit yang ditambahkan maka akan meningkatkan waktu hidup dari DSSC namun tidak dapat meningkatkan efisiensi pada rangkaian DSSC. Peningkatan waktu hidup karena terjadi peningkatan jumlah elektron yang disediakan oleh elektrolit untuk mengganti elektron dari pewarna yang tereksitasi.

KESIMPULAN

Rendemen yang diperoleh dari hasil maserasi kulit akar mengkudu dengan pelarut methanol sebesar 20%. Karakterisasi ekstrak metanol akar Mengkudu dengan FT-IR ditandai dengan gugus fungsi OH, keton dan alkena yang merupakan ciri khas Morindon. Karakterisasi ekstrak metanol akar Mengkudu dengan spektrofotometer UV-Vis mengandung senyawa turunan Antrakuinon yang diduga

SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I UNIVERSITAS NUSA CENDANA

Kupang, 31 Maret 2022

adalah Morindon ditandai dengan puncak serapan pada panjang gelombang 274, 406 dan 409 nm. Kinerja dari ekstrak metanol kulit akar Mengkudu sebagai pewarna pada DSSC dapat mengkonversi energi matahari menjadi energi listrik dengan efisiensi sebesar 0,09%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aobchey, P., Sriyam, S., Praharnriporab, w., Lhieochaiphant, S., dan Phutrakul, S., 2002, *Production of Red Pigment from the Root of Morinda angustifolia Roxb. var. scabridula Craib. by Root Cell Culture, CMU Journal, Department of Chemistry, Faculty of Science, Chiangmai University, Thailand*
- [2] Aprilla WR, Haris A. 2016. Sintesis Semikonduktor TiO₂ serta Aplikasinya pada Dye-Sensitized Solar Cell (DSSC) Menggunakan Dye Indigo Carmine. *J Kim Sains dan Apl.* 2016;19(3):111–7.
- [3] Atun, S., 2014, Metode Isolasi dan Identifikasi Struktur Senyawa Organik Bahan Alam, *Jurnal Konservasi Cagar Budaya Borubudur*, Jurusan Pendidikan Kimia, FMIPA, Universitas Negeri Yogyakarta.
- [4] Dachriyanus, 2012, Analisis Struktur Senyawa Organik Secara Spektroskopi, Lembaga Pengembangan Teknologi Informasi dan Komunikasi (LPTIK), Universitas Andalas,
- [5] Ee, G. C. L., Wen, Y. P., Sukari, M. A., dan Go, R., 2011, *Anthraquinones from Morinda citrifolia Roots, Asian Journal of Chemistry, University Putra Malaysia, Malaysia.*
- [6] Handayani, S., Gunawan., Dan Haris, A., 2013, Pengaruh Pasta ZnO Dengan Penambahan Dish Detergent dan PVA Pada Kaca Konduktif Terhadap Efisiensi Dye Sensitized Solar Cell Dari Ekstrak Bunga Rosela (*Hibiscus Sabdariffa L.*), *Jurnal Kimia Sains Dan Aplikasi, Semarang.*
- [7] Imelda., 2016, Penggunaan Zat Warna Organik Untuk Meningkatkan Performa Peralatan Solar Cell Menggunakan Metoda *Density Functional Theori (DFT)*, Univerditsas Andala.
- [8] Maryani, D., Gunawan., dan Khabibi., 2012, Penentuan Efisiensi DSSC (*Dye sensitized solar cell*) yang dibuat dari Semikonduktor ZnO yang diemban Fe³⁺ Melalui Metode Presipitasi, *Jurnal kimia Sains dan Aplikasi, Semarang.*
- [9] Rafsanjani, H., 2019, Menilik Kekayaan Flora dan Fauna yang Dimiliki Indonesia, newsantara.com
- [10] Rahman H, Prajitno G. 2013. Pengaruh Pemberian Space (Bantalan) Untuk Mendapatkan Kestabilan Arus Dan Tegangan Prototipe DSSC Dengan Ekstraksi Kulit Buah Manggis (*Garcinia Mangostana L*) Sebagai *Dye Sensitizer*. *J Sains Dan Seni Pom Its.* 2013;1(2, (2013) 2301-928X)..
- [11] Setiawan, I. N., Giriantari, I. A. D., Ariastina, W. G., dan Kumara, I. N. S., 2015, Sel Surya Berbasis Pewarna Alami dan Potensi Pengembangannya di Indonesia Sebagai Sumber Energi Alternatif Yang Ramah Lingkungan, *SENKA 2015*, Bali
- [12] Sindora G, Hairil AA, Harlia. Identifikasi Golongan Senyawa Antraquinon Pada Ffraksi Kloroform Akar Kayu Mengkudu (*Morinda Citrifolia* , L). *JKK.* 2017;6(1):37–41.
- [13] Shami, A. M. M., 2015, *Isolation and Identification of Anthraquinones Extracted From Morinda citrifolia L. (Rubiaceae), SMGroup, Intitute of Biological Science, University of Malaya, Malaysia.*
- [14] Sudarsono dan Aini, 1997, Senyawa Antrakinson Sebagai Penanda Ekstrak Pulpa Buah Trengguli *Cassia fistula L.*, *Warta Tumbuhan Obat Indonesia,*
- [15] Taufik , Y., Promosiana, A., dan Triyono, A., 2015, Statistik Produksi Holtikultura Tahun 2014, Kementerian Pertanian, Direktorat Jenderal Holtikultura, Jakarta

PENINGKATAN KUALITAS MINYAK DAUN CENGKEH MENGUNAKAN ADSORBEN LEMPUNG TERAKTIVASI ASAM

Elviana Novani, Kartini Rahman nisa, Kristina Teresia Leto

*Jurusan Pendidikan Kimia, Fakultas Matematika dan IPA, Ikip Muhammadiyah Maumere,
Jln.Jenderal Sudirman Waioti, Kota Maumere 86118
Email: elviananofani@gmail.com*

Abstract

Clove leaf oil adsorption research has been carried out using acid-activated clay. The stages of clove oil adsorption were clay preparation, activation, characterization and clay ability test. The preparation stage is carried out by cleaning the clay, in the oven, grinding and sifting. The activation step is done by activating the clay with HCl mineral acid. Activation of this clay aims to increase the pores, dissolve impurities so that the specific surface area of the clay is increased and exchange the cations present in the clay into H^+ . Determination of clay characterization was carried out by testing the water content and determining the clay ability test by determining the optimum contact time, determining the optimum dose, testing clove leaf oil parameters, determining the acid number and eugenol content. The results showed that the above treatment led to an increase in on brightness, eugenol content and decrease in acid number. Brightness by comparison oil adsorbat = 3rd 20 mL, eugenol content based on variations in contact time and successive doses 72%, 78%, 72% and 78%, and acid number based on variations in contact time and dose: 46 mg/NaOH, 44 mg/NaOH, 46 mg/NaOH, 42 mg/NaOH, and 22 mg/NaOH. The adsorptions test results showed that clay with 0,1 N activation showed the best adsorption activity, which was able to produce the clearest adsorption oil at a dose of 3rd, an increase in eugenol levels at a contact time variation of 90 minutes, and a decrease in acid number at the 3rd dose.

Keyword: *Adsorben, clay, and activation*

Abstrak

Minyak daun cengkeh yang telah di destilasi menggunakan alat yang sederhana menghasilkan minyak daun cengkeh yang berwarna pekat, bilangan asam dan kadar eugenol yang belum mencapai standar nasional Indonesia. Minyak terlihat pekat akibat kontaminasi dengan Fe dan membentuk Fe-eugenolat. Untuk meningkatkan kecerahan, kadar eugenol dan penurunan bilangan asam pada minyak daun cengkeh maka dilakukan penelitian dengan menggunakan adsorben lempung yang teraktivasi asam. Metode yang digunakan dalam penelitian adalah adsorpsi dengan lempung teraktivasi HCl sebagai adsorben. Aktivasi lempung ini bertujuan untuk meningkatkan pori-pori, menghilangkan kotoran seperti dedaunan pada lempung sehingga luas permukaan menjadi lebih aktif, menukarkan kation yang ada pada lempung menjadi H^+ agar dapat menyamai sisi negative dari lempung yang ada pada bagian lapisan yang menyusun lempung itu sendiri. Variabel lain yang digunakan adalah variasi waktu kontak (60,90,120 menit) dan massa adsorben (1,00 2,00 3,00 gram). Kesimpulan dari peningkatan kualitas minyak daun cengkeh menggunakan adsorben lempung teraktivasi asam ini adalah terjadi peningkatan kecerahan pada warna, peningkatan kadar eugenol dan penurunan bilangan asam. Kecerahan dengan perbandingan adsorben : minyak = 3g : 20mL, peningkatan kadar eugenol berdasarkan variasi waktu kontak dan dosis berturut-turut : 72%, 78%, 72%, dan 78%, dan penurunan bilangan asam berdasarkan variasi waktu kontak dan dosis berturut-turut adalah : 46mg/NaOH, 44 mg/NaOH, 46mg/NaOH, 42mg/NaOH, dan 22mg/NaOH. Hasil uji adsorpsi menunjukkan bahwa lempung engan aktivasi 0,1N menunjukkan aktifitas adsorpsi terbaik, yakni mampu menghasilkan minyak hasil adsorpsi paling jernih pada dosis 3,00 gram, peningkatan kadar eugenol pada variasi waktu kontak 90 menit, dan penurunan bilangan asam pada dosis ke 3,00 gram.

Kata kunci : *Adsorben, lempung, dan aktivasi.*

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA
Kupang, 31 Maret 2022**

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang memiliki berbagai macam tanaman. Banyak produk dapat dihasilkan melalui berbagai tanaman yang diolah sedemikian rupa. Salah satunya adalah tanaman cengkeh. Tanaman cengkeh memiliki kandungan minyak atsiri dengan jumlah cukup besar, baik dalam bunga (10-20%), tangkai (5-10%) maupun daun (1-4%) [1]. Eugenol ($C_{10}H_{12}O_2$) adalah senyawa berwarna bening hingga kuning pucat, kental seperti minyak, bersifat mudah larut dalam pelarut organik dan sedikit larut dalam air. Eugenol memiliki berat molekul 164,20 dengan titik didih 250–255°C [2]. Eugenol merupakan senyawa yang terdapat pada minyak atsiri daun cengkeh dan berfungsi sebagai zat antifungi dan antibakteri. Namun kualitas minyaknya masih sangat rendah sehingga harganya pun relatif murah. Adapun penyebab rendahnya kualitas minyak daun cengkeh karena minyak yang dihasilkan masih mengandung pengotor yang kemungkinan berupa zat warna organik atau anorganik sehingga minyak yang dihasilkan berwarna pekat. Minyak daun cengkeh yang diproduksi dengan alat destilasi yang dibuat dari stainless steel umumnya mempunyai kualitas lebih baik, akan tetapi alat ini terlalu mahal sehingga petani memilih menggunakan alat yang terbuat dari besi [3,4]. Oleh karena itu dikembangkan suatu cara untuk mengilangkan pengotor agar kualitas minyak daun cengkeh tersebut menjadi baik. Salah satu cara sederhana ialah dengan metode adsorpsi. Adsorpsi adalah proses penggumpalan substansi terlarut dalam larutan oleh permukaan zat penyerap yang membuat masuknya bahan dan mengumpul dalam suatu zat penyerap. Keduanya sering muncul bersamaan dengan suatu proses maka ada yang menyebutnya adsorpsi. Pada Adsorpsi ada yang disebut Adsorben dan Adsorbat. Adsorben adalah zat penyerap, sedangkan adsorbat adalah zat yang diserap [5]. Salah satu bahan yang digunakan sebagai adsorben adalah tanah liat/lempung.

Lempung alam pada dasarnya mempunyai kemampuan untuk menyerap dan melepaskan air secara reversible sehingga kation-kation yang terikat padanya dapat mudah digantikan oleh kation lain dari luar. Lempung juga berfungsi sebagai penukar ion, penyerap, penyaring molekul dan katalis [6]. Pada penelitian ini peneliti menggunakan lempung jenis sekunder. Lempung sekunder memiliki partikel yang lebih halus dan plastis sehingga lebih memudahkan dalam proses adsorpsi. Namun pada lempung sekunder ini partikel-partikel dan mineral lempungnya berkurang sehingga dapat diatasi dengan proses aktivasi menggunakan HCL. Penggunaan larutan HCl ditujukan untuk melarutkan pengotor sehingga luas permukaan spesifik lempung menjadi meningkat. Situs aktif lempung juga akan mengalami peningkatan oleh karena situs yang tersembunyi menjadi terbuka sehingga meningkatkan daya adsorpsi lempung terhadap air. Aktivasi dengan HCl juga dapat menukarkan kation yang ada dalam lempung menjadi H^+ yang juga dapat digunakan untuk mengimbangi situs negative yang terdapat pada ruang antar lapis mineral penyusun lempung. Selama proses aktivasi, pengotor larut dalam fasa cair kemudian terjadi pertukaran ion Al^{3+} , Fe^{3+} dan Mg^{2+} dengan ion hidrogen (H^+) dari larutan asam sehingga lempung menjadi lebih aktif. Proses ini disebut sebagai proses aktivasi secara kimia. Aktivasi kimia adalah aktivitas yang dilakukan dengan menggunakan asam mineral akan meningkatkan daya serap karena asam mineral melarutkan pengotor-pengotor yang menutupi pori-pori adsorben [7].

Pada penelitian ini akan dipelajari metode aktivasi lempung menggunakan HCl dan uji adsorpsinya pada minyak daun cengkeh. Adapun kajian yang ditekankan pada pembuatan lempung teraktivasi asam yakni pada penentuan konsidi waktu optimum dan dosis optimum lempung, pengujian organoleptik terhadap kecerahan minyak daun cengkeh serta penentuan kadar eugenol dan bilangan asam, yang diharapkan dapat menghasilkan lempung teraktivasi dengan aktivasi adsorpsi yang tinggi.

METODE

Penelitian ini menggunakan bentuk metode eksperimental dan organoleptik untuk mengetahui tingkat kejernihan dan presentase peningkatan kadar eugenol serta diberi perlakuan dengan penambahan lempung sebagai hasil aktivasi, dengan tahapan penelitian adalah preparasi lempung, aktivasi lempung, penentuan kadar air lempung, uji kemampuan lempung sebagai adsorben pada minyak daun cengkeh, dan pengujian parameter minyak daun cengkeh.

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA**

Kupang, 31 Maret 2022

Bahan yang dibutuhkan adalah: minyak daun cengkeh, HCL, indikator pp, akuades, NaOH 0,1N, Alkohol 95%. Alat yang dibutuhkan adalah : penggerus porselin, timbangan analitik, labu ukur, erlenmeyer, oven, pengaduk magnet, pipet volume 10 mL, labu 100 mL, gelas ukur, ayakan 200 mesh, magnetik stirer, kertas saring 42 wotman

Sebanyak 50,00 gram lempung di dispersikan ke dalam 100mL HCl 0,1N sambil diaduk dengan pengaduk magnet. Aktivasi dilakukan selama 24 jam dengan kecepatan 100 rpm, suhu 60°C, agar lempung terdispersi secara merata, kemudia dicuci dan disaring sampai bebas ion Cl^- . Hasil yang diperoleh dikeringkan dalam oven pada suhu 110°C, kemudian digeruk dan diayak.

Padatan yang dihasilkan ini digunakan untuk menguji kemampuan lempung sebagai adsorben minyak daun cengkeh dengan kajian variasi waktu (60, 90 dan 120 menit), variasi massa (1, 2, dan 3 gram), dan pengujian parameter minyak cengkeh yaitu uji organoleptik, kadar eugenol, dan bilangan asam.

Minyak daun cengkeh hasil penyulingan di adsorpsi menggunakan lempung yang sudah teraktivasi. Kajian yang diuji yaitu kajian variasi waktu, massa, kejernihan, kadar eugenol dan bilangan asam. Teknik analisis data yang dilakukan menggunakan organoleptik dan analisis laboratorium.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perlakuan awal terdiri dari beberapa tahap yaitu preparasi, aktivasi dan uji kadar air pada lempung dengan menggunakan metode gravimetri. Hasil yang diperoleh adalah: saat preparasi berat lempung awal 658,42gram sesudah preparasi menjadi 643,48gram, berat lempung sebelum aktivasi 50,00gram sedangkan sesudah aktivasi 23,76gram, dan presentase kadar airnya 4,1%, dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Perlakuan awal

Perlakuan	Berat adsorben	
	Sebelum	Sesudah
Preparasi	658,42	643,48
Aktivasi	50,00	23,76
Uji kadar air	23,76	22,77

Pada uji kemampuan adsorben dilakukan melalui 2 tahap yakni secara kimia dan fisik. Parameter uji yang dilakukan secara kimia adalah penentuan kadar eugenol dan bilangan asam. Sedangkan secara fisik dilakukan melalui uji organoleptik yakni pengamatan warna.

Pengujian warna secara organoleptik dilakukan dengan menggunakan indra manusia untuk melihat kejernihan dari hasil aktivasi minyak daun cengkeh. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui penilaian responden terhadap produk yang dihasilkan. Hasil responden dapat dilihat pada tabel 2

Tabel 2. Hasil Uji Organoleptik

Waktu kontak (menit)	Hasil Uji					
	ΣP	ΣCT	ΣK	%P	%CT	%K
0	10	0	0	100	0	0
60	0	9	1	0	90	10
90	0	0	10	0	0	100
120	0	10	0	0	100	0
Dosis (gram)	Hasil Uji					
	ΣP	ΣCT	ΣK	%P	%CT	%K
0	10	0	0	100	0	0
1,00	0	0	10	0	0	100
2,00	0	0	10	0	0	100
3,00	0	0	10	0	0	100

Dimana : P: Pekat, CT : Coklat Tua K : Kuning

%P: Persentase Pekat % CT: Persentase Coklat Tua % K : Persentase Kuning

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA**

Kupang, 31 Maret 2022



a). Hasil adsorpsi minyak daun cengkeh Berdasarkan Waktu Kontak



b). Hasil adsorpsi minyak daun cengkeh berdasarka Massa Adsorben

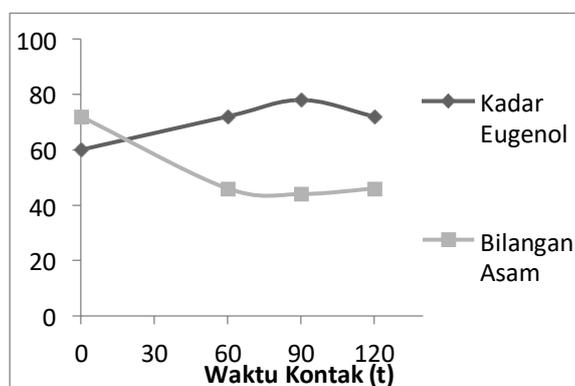
Tabel 2, menunjukkan hasil uji organoleptik peningkatan warna minyak daun cengkeh tertinggi terjadi pada variasi waktu kontak 90 menit dengan persentase hasil responden 100%. Hasil tersebut memperlihatkan bahwa pada waktu adsorpsi yang berbeda terdapat kenaikan penyerapan warna yang tinggi. Hal ini terjadi karena semakin lama waktu kontak antara minyak cengkeh dengan lempung pada proses adsorpsi maka semakin banyak minyak cengkeh yang terserap pada permukaan aktif lempung.

Pada variasi dosis, bertambahnya massa lempung menyebabkan konsentrasi Fe yang terserap pada permukaan lempung menjadi besar sehingga warna minyak daun cengkeh mengalami peningkatan kecerahan dengan persentase hasil responden masing-masing adalah 100%.

Hasil uji penentuan kadar eugenol, Proses adsorpsi akan terus berlangsung selama belum mencapai titik kesetimbangan, untuk menentukan kesetimbangan dilakukan dengan variasi waktu kontak. Penentuan waktu kesetimbangan ini dilakukan untuk mengetahui kapan suatu bahan mengalami kejenuhan sehingga proses adsorpsi akan terhenti [7]. Variasi waktu kontak dapat mempengaruhi daya adsorpsi yang baik terhadap adsorben.

Tabel 3. Hasil Uji Kemampuan Lempung Sebagai Adsorben Minyak Daun Cengkeh

	Parameter uji	
	Kadar Eugenol (%)	Bilangan asam (Mg, NaOH/g)
Waktu Kontak		
0	60	
60	72	
90	78	
120	72	
Dosis		
0	60	
1,00	78	
2,00	78	
3,00	78	



Gambar 1. Variasi waktu kontak terhadap penentuan Kadar Eugenol(%) dan Bilangan Asam(mg NaOH/g)

SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I UNIVERSITAS NUSA CENDANA

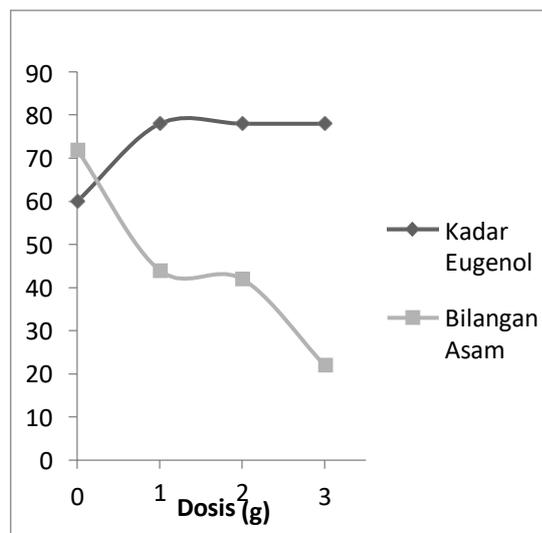
Kupang, 31 Maret 2022

Gambar 1. menunjukkan bahwa pada waktu kontak 60 menit penyerapan adsorben belum mencapai titik kesetimbangan sehingga kadar eugenol masih 72% dan bilangan asam 46 mg NaOH/g, dan terus bertambah hingga waktu kontak 90 menit. Pada waktu kontak 90 menit terjadi peningkatan adsorpsi yang cukup besar, hal ini terjadi karena adsorben dan adsorbat mencapai titik kesetimbangan, sehingga waktu kontak optimum terjadi pada menit 90.

Pada waktu kontak optimum ini, pori adsorben masih bebas dari partikel adsorbat sehingga peluang masuk dalam adsorben masih sangat besar, perubahan kapasitas adsorpsi ini pada tahap awal sampai kondisi optimum cukup besar sehingga kadar eugenol dan bilangan asam mengalami peningkatan menjadi 78% dan 44 mg NaOH/g. Waktu kontak 120 menit menunjukkan terjadinya penurunan kapasitas adsorpsi.

Hal ini terjadi karena konsentrasi adsorbat sudah tidak dapat berinteraksi, disebabkan oleh molekul-molekul adsorbat secara keseluruhan tidak berikatan dengan sisi aktif adsorben. Dengan demikian terjadi titik kejenuhan dan sebagian adsorben melepaskan adsorbat sehingga terjadi penurunan kadar eugenol dan bilangan asam yaitu 72% dan 46 mg NaOH/g setelah kondisi optimum. Sehingga penelitian selanjutnya digunakan waktu kontak optimum 90 menit mengalami peningkatan menjadi 78% dan 44 mg NaOH/g. Waktu kontak 120 menit menunjukkan terjadinya penurunan kapasitas adsorpsi.

Hal ini terjadi karena konsentrasi adsorbat sudah tidak dapat berinteraksi, disebabkan oleh molekul-molekul adsorbat secara keseluruhan tidak berikatan dengan sisi aktif adsorben. Dengan demikian terjadi titik kejenuhan dan sebagian adsorben melepaskan adsorbat sehingga terjadi penurunan kadar eugenol dan bilangan asam yaitu 72% dan 46 mg NaOH/g setelah kondisi optimum. Sehingga penelitian selanjutnya digunakan waktu kontak optimum 90 menit.



Gambar 2. Variasi dosis terhadap penentuan Kadar Eugenol (%) dan Bilangan Asam (Mg/NaOH/g)

Dosis adsorben merupakan parameter dalam menentukan kapasitas adsorben selama penambahan adsorbat. Dalam penelitian ini dilakukan variasi dosis 1,00 , 2,00 , dan 3,00 gram dengan waktu kontak optimum 90 menit. Pada gambar 2 dapat diketahui bahwa tidak terjadi peningkatan kadar eugenol seiring dengan bertambahnya dosis adsorben.

Hasil tersebut menunjukkan kadar eugenol yang tetap yaitu 78%. Hal ini terjadi karena sisi aktif adsorben tidak lagi berfungsi pada proses penyerapan minyak daun cengkeh. Sehingga dosis optimum yang dapat digunakan yaitu 1,00 sampai dengan 3,00 gram. Namun pada bilangan asam, semakin bertambahnya dosis adsorben kadar bilangan asam semakin menurun dari 44 mg NaOH/g menjadi 22 mg NaOH/g pada dosis 3,00 gram.

Penurunan bilangan asam disebabkan karena konsentrasi Fe yang terserap pada lempung lebih besar dibandingkan konsentrasi Fe yang tersisa pada larutan. Penurunan pada bilangan asam dan peningkatan kadar eugenol minyak cengkeh adalah parameter yang dapat meningkatkan kualitas dari minyak cengkeh.

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA
Kupang, 31 Maret 2022**

KESIMPULAN

Aktivasi lempung dengan asam klorida (HCl) dapat meningkatkan kualitas minyak daun cengkeh. Variasi waktu kontak yang dapat digunakan untuk dapat meningkatkan kadar eugenol dan penurunan bilangan asam yaitu 90 menit dengan persentase kadar eugenol 78% dan bilangan asam 44 mg NaOH/g, dan variasi dosis yang dapat digunakan untuk menurunkan nilai dari bilangan asam yaitu 3,00 gram dengan nilai bilangan asam sebesar 22 mg NaOH/g dan pada kadar eugenol tidak mengalami peningkatan. Namun nilai dari kadar eugenol ini telah memenuhi standar baku mutu minyak daun cengkeh.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. Nurjanah, *Diversifikasi Penggunaan Cengkeh*, Perspektif. Vol.3(2):61-70, 2004
- [2] Bustaman, Potensi Pengembangan Minyak Daun Cengkeh Sebagai Komoditas Ekspor Maluku, *Jurnal Litbang Pertanian* 30 (4):132-139,2011.
- [3] Guenther Ernest , *Minyak Atsiri*, Jilid III, Universitas Indonesia , Jakarta, 1990.
- [4] Prof.Dr.H.Sastrohamidjojo, *Kimia Minyak Atsiri* Buku Ajar FMIPA UGM, Yogyakarta, 2002.
- [5] Giyatmi, Penurunan Kadar Cu, Cr dan Ag Dalam Limbah Cair Industri Perak di Kota Agede Setelah Diadsorpsi Dengan Tanah Liat Dari Daerah Godean, *Jurnal Seminar Nasional IV*, Yogyakarta, 2008.
- [6] Manohar, D. M. B, F, Noeline., & T. S. Anirudhan, Adsorption Performance of Al-pillared Bentonite Clay for the Removal of Cobalt(II) from Aqueous Phase, *Journal of Applied Clay Science*, 31: 194-206, 2006.
- [7] M. Supeno, *Bentonit Alam Terpillar Sebagai Material Katalis/ Co-Katalis Pembuatan Gas Hidrogen dan Oksigen Dari Air*, Universitas Sumatra Utara, 2007.
- [8] Nilawati, Dewi, *Adsorpsi Nitrogen pada Limbah Urin Manusia dengan Menggunakan Tanah Diatomit*. Bandung, Tesis Program Studi Teknik Lingkungan ITB, 2013

KARAKTERISASI BIOMATERIAL HIDROKSIAPATIT DARI CANGKANG KERANG ALE-ALE PANTAI OESAPA KOTA KUPANG

Ignasius Sandyawan Tolu Lele, Erich U. K. Maliwemu, Dominggus G. H. Adoe
Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Jl. Adi Sucipto,
Penfui, Kupang-NTT, 85001, Indonesia
E-mail: ignasiussandyawan537@gmail.com

Abstrak

Kerusakan pada jaringan tubuh manusia sering terjadi pada saat ini oleh berbagai kelainan, maupun penyakit, yang dapat menyebabkan kecacatan struktur dan menimbulkan gangguan fungsi tubuh, untuk itu sangat memerlukan restorasi untuk mengembalikan fungsi organ dengan sempurna. Penambahan atau penggantian jaringan merupakan salah satu rangkaian upaya memperbaiki kecacatan struktur tubuh, yang salah satunya adalah tulang/gigi. Penggantian jaringan tulang yang rusak dapat menggunakan biomaterial dengan cara diimplantasikan ke dalam jaringan tulang. Penggantian jaringan tulang yang rusak dapat menggunakan biomaterial dengan cara diimplantasikan ke dalam jaringan tulang. Material yang digunakan sebagai pengganti jaringan tulang/gigi adalah hidroksiapatit. Telah dilakukan penelitian mengenai Karakterisasi Biomaterial dari cangkang kerang ale-ale yang diambil dari pantai oesapa kota Kupang yang kemudian disintesis. Tujuan dari penelitian ini untuk mensintesis hidroksiapatit dari serbuk cangkang kerang ale-ale yang kemudian dilakukan karakterisasi dengan pengujian FTIR. Metode yang digunakan pada penelitian ini untuk mensintesis hidroksiapatit yaitu dengan metode hidrotermal. Hasil sintesis hidroksiapatit dari cangkang kerang ale-ale yang dilakukan dengan mereaksikan antara serbuk cangkang kerang ale-ale pantai oesapa kota kupang dengan amonium hidrogen fosfat $[(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4]$ berupa padatan putih. Identifikasi produk dengan spektro FTIR menunjukkan adanya kandungan gugus PO_4^{3-} dan OH^- dan membuktikan bahwa produk sintesis adalah hidroksiapatit.

Kata kunci: *sintesis, cangkang kerang ale-ale, hidroksiapatit*

Abstract

Damage to human tissues often occurs at this time by various disorders, as well as diseases, which can cause structural defects and cause disturbances in body functions, for this reason, restoration is urgently needed to restore organ function perfectly. The addition or replacement of tissue is one of a series of efforts to repair defects in the body's structure, one of which is bone/teeth. Replacement of damaged bone tissue can use biomaterials by being implanted into bone tissue. Replacement of damaged bone tissue can use biomaterials by being implanted into bone tissue. The material used as a substitute for bone/tooth tissue is hydroxyapatite. Research has been carried out on the characterization of Biomaterials from ale-ale shells taken from the coast of Oesapa, Kupang City which are then synthesized. The purpose of this study was to synthesize hydroxyapatite from ale-ale shell powder which was then characterized by FTIR testing. The method used in this study to synthesize hydroxyapatite is the hydrothermal method. The results of the synthesis of hydroxyapatite from ale-ale shells were carried out by reacting the shell powder of Oesapa beach ale shells in Kupang City with ammonium hydrogen phosphate $[(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4]$ in the form of a white solid. Identification of the product by FTIR spectro indicated the presence of PO_4^{3-} and OH^- groups and proved that the synthesis product was hydroxyapatite.

Keywords: *synthesis, ale-ale shells, hydroxyapatite.*

PENDAHULUAN

Kerusakan pada jaringan tubuh manusia sering terjadi pada saat ini oleh berbagai kelainan, maupun penyakit, yang dapat menyebabkan kecacatan struktur yang akan menimbulkan gangguan fungsi tubuh, untuk itu sangat memerlukan restorasi untuk mengembalikan fungsi organ dengan sempurna. Penambahan atau penggantian jaringan merupakan salah satu rangkaian upaya memperbaiki kecacatan struktur tubuh, yang salah satunya adalah tulang/gigi. Pada pembentukan tulang, sel-sel tulang keras membentuk senyawa kalsium fosfat dan kalsium karbonat. Senyawa fosfat ini yang memberikan sifat keras dalam jaringan tulang. Kristal kalsium fosfat dalam jaringan tulang dikenal sebagai kristal apatit [1].

SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I UNIVERSITAS NUSA CENDANA

Kupang, 31 Maret 2022

Penggantian jaringan tulang yang rusak dapat menggunakan biomaterial dengan cara diimplantasikan ke dalam jaringan tulang [2]. Biomaterial merupakan material yang disintesis dan di karakterisasi untuk mengetahui kandungan material bahan organik. Material yang digunakan sebagai pengganti jaringan tulang/gigi adalah hidroksiapatit [1,3].

Hidroksiapatit [$\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$] telah dipergunakan secara luas dalam bidang kedokteran dan kedokteran gigi sebagai bahan substitusi tulang [4] hal ini karena kandungan mayoritas tulang/gigi adalah hidroksiapatit (HAp). Dunia kedokteran indonesia telah mengaplikasikan HAp, tetapi HAp yang ada di indonesia masih ada yang di import, padahal sangat berpotensi memproduksi sendiri HAp mengingat indonesia adalah penghasil kerang yang cukup potensial dan kerang adalah salah satu hewan air yang cangkangnya kaya akan kalsium. (misalnya di daerah Oesapa Kota Kupang, Nusa Tenggara Timur) untuk dikembangkan sebagai bahan baku pembuatan hidroksiapatit [5].

Daerah Oesapa Kota Kupang terletak di Kecamatan Kelapa Lima, Kota Kupang, Provinsi NTT. Merupakan salah satu daerah di Indonesia dengan sumber daya alam (SDA) laut yang dapat dimanfaatkan salah satunya adalah kerang ale-ale (*meretrix-meretrix*) yang dapat ditemukan di pantai oesapa kota kupang, nusa tenggara timur. Potensi perikanan tangkap di daerah provinsi Nusa Tenggara Timur cukup besar, dengan hasil yang telah dikelolah sekitar 40% dari potensi lestari yaitu sebesar 388,7 ton pertahun dengan tangkapan utama berupa ikan, lobster, cumi dan kerang [6].

Menurut data produksi perikanan laut di kota kupang, jumlah hasil tangkapan kerang di kota kupang mencapai 92,34 ton/tahun [7]. Tingginya hasil tangkapan kerang di daerah Kota Kupang, maka akan menghasilkan dampak negatif yang besar bagi lingkungan dan dapat mengganggu lingkungan berupa limbah cangkang kerang. Dimana kerang adalah salah satu hewan air yang memiliki kulit dengan tekstur yang keras dan mempunyai bentuk permukaan yang berbeda antara yang satu dengan yang lainnya. Serta memiliki kandungan hidroksiapatit [8].

Hidroksiapatit [$\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$] adalah material utama yang ditemukan dalam tulang dan gigi. Sintesis dan karakterisasi hidroksiapatit dapat dilakukan menggunakan bahan alami yang tergabung dalam bahan kimia murni, bahan alam seperti batu kapur atau biomaterial seperti kulit kerang, terumbu karang, tulang, kulit telur yang mengandung kalsium. Saat ini aplikasi utama hidroksiapatit sintesis adalah sebagai keramik biokompatibel yang dapat berkontak dengan jaringan tulang (bone tissue) dan sebagai coating (pelapis) pada implan tulang ke dalam tubuh manusia [1,9,10].

Pada penelitian yang dilakukan Tim Riset Bioceramics Minifactory UGM [11] kebutuhan implan tulang Indonesia di perkirakan 10 ton/tahun. Dari angka tersebut telah menunjukkan bahwa kebutuhan implan tulang di Indonesia sangat tinggi. Sedangkan informasi ilmiah mengenai kandungan cangkang kerang ale-ale masih jarang, maka akan sangat menarik jika dilakukan sebuah penelitian yang bisa memanfaatkan limbah dari kulit/cangkang kerang ale-ale untuk di jadikan sebagai sampel dalam riset penelitian.

Berdasarkan pada uraian diatas dan pada potensi biomaterial serta untuk mengurangi limbah cangkang kerang, maka pada penelitian ini penulis akan memanfaatkan bahan biomaterial yaitu cangkang kerang ale-ale dari daerah pantai oesapa kota kupang sebagai sumber kalsium, untuk sintesis dan karakterisasi HAp, dan kemudian diharapkan dari hasil yang diperoleh dapat diaplikasikan pada pelapisan logam dalam proses implan tulang pada tubuh manusia.

Sehingga peneliti melakukan penelitian dengan judul” Karakterisasi Biomaterial Hidroksiapatit dari Cangkang Kerang Ale-Ale Pantai Oesapa Kota Kupang”. Masalah yang akan dibahas pada penelitian ini adalah bagaimana sintesis dan karakterisasi FTIR biomaterial hidroksiapatit dari cangkang kerang ale-ale pantai Oesapa Kota Kupang. Tujuan penelitian ini adalah untuk mensintesa hidroksiapatit (Pantai Oesapa Hidrosiapatit/POHAp) dari serbuk cangkang kerang ale-ale dengan metode hidrotermal kemudian dilakukan karakterisasi dengan pengujian FTIR (*Fourier Transform-Infra Red Spectroscopy*).

METODE

Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu : Timbangan Digital, Gelas Kimia, stirrer, Tanur, Mortar Keramik, Ayakan 200 Mesh, Desikator, Gelas Ukur, Pipet Tetes, Tiang Penyangga, Corong, Kertas Saring, pH Universal, Labu ukur. Adapun alat yang digunakan untuk karakterisasi

SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I UNIVERSITAS NUSA CENDANA

Kupang, 31 Maret 2022

adalah *Fourier Transform-Infra Red Spectroscopy* (FTIR) sebagai spektrometer yang digunakan untuk mengetahui komposisi unsur/senyawa cangkang kerang ale-ale pantai oesapa kota kupang dan unsur-unsur yang terkandung di dalamnya.

Bahan

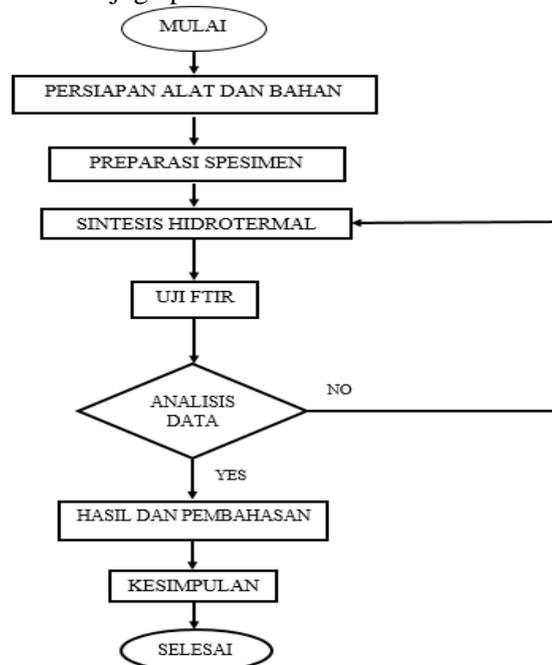
Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu : Serbuk cangkang kerang ale-ale pantai oesapa kota kupang, Aquades (aquadest), Amonium Hidroksida (NH_4OH), Amonium Hidrogen Fosfat (NH_4)₂HPO₄.

Jalannya Penelitian

Berikut ini adalah jalannya penelitian yang mana meliputi :

1. Persiapan alat dan bahan, pada tahap ini peneliti menyiapkan alat dan bahan
2. Preparasi spesimen, pada tahap ini peneliti melakukan proses preparasi pada sampel
3. Sintesis hidrotermal, pada tahap ini proses sintesis pada sampel dilakukan
4. Melakukan pengujian FTIR, pada tahap ini peneliti melakukan pengujian FTIR pada sampel
5. Analisis data, pada tahap ini peneliti melakukan analisis pada data hasil pengujian FTIR sampel
6. Hasil dan pembahasan, pada tahap ini peneliti membahas hasil dari penelitian ini
7. Kesimpulan, pada tahap ini peneliti memberikan kesimpulan dari penelitian yang dilakukan

Jalannya penelitian ini dapat dilihat juga pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sintesis Hidroksiapatit dari Cangkang Kerang Ale-Ale

Proses sintesis hidroksiapatit dilakukan dengan menggunakan metode hidrotermal yaitu pada sampel cangkang kerang ale-ale pantai oesapa kota kupang. Tujuan dari sintesis dengan menggunakan metode hidrotermal yaitu untuk memperoleh kandungan hidroksiapatit dengan menggunakan bantuan reaksi asam dan basa pada reaksi kimia. Proses sintesis ini terbagi dalam tiga tahap yaitu, persiapan awal sampel, preparasi sampel, dan sintesis dengan menggunakan hidrotermal. Persiapan awal sampel yaitu dilakukan survey dan observasi berupa pengamatan langsung dan pengambilan sampel cangkang kerang ale-ale yang terletak di pantai oesapa kota kupang, Nusa Tenggara Timur.

Selanjutnya proses preparasi sampel yaitu sampel cangkang kerang ale-ale kemudian ditimbang sebanyak 500 gr dan dicuci dengan menggunakan air dan di rebus dengan air. Tujuannya adalah untuk menghilangkan kotoran-kotoran organik, tanah, lumpur yang masih tersisa pada sampel cangkang kerang ale-ale. Selanjutnya Kemudian sampel cangkang kerang dikeringkan dengan menggunakan microwave selama 2 jam pada suhu 100 °C untuk menghilangkan kadar air yang masih terkandung

SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I UNIVERSITAS NUSA CENDANA

Kupang, 31 Maret 2022

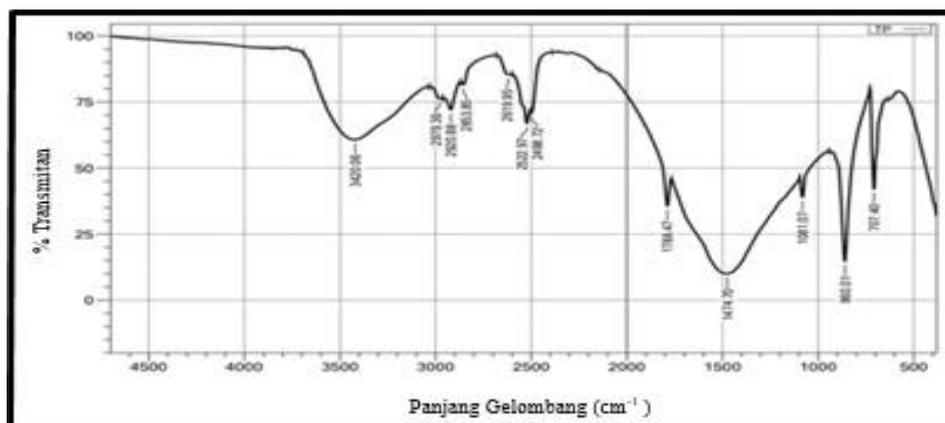
dalam sampel. Selanjutnya sampel ditimbang untuk mengetahui massa sampel setelah proses pengeringan dengan menggunakan oven. Kemudian sampel dihaluskan dengan menggunakan mortar keramik lalu di ayak menggunakan ayakan 200 mesh.

Selanjutnya sampel di kalsinasi dengan menggunakan oven pada suhu 700 °C selama 2 jam, dengan tujuan untuk memperoleh kalsium karbonat (CaCO_3). Lalu diambil 5 gr untuk pengujian *Fourier Transform Infrared spectroscopy* (FTIR) dan diberi kode TP. Kemudian sampel yang tersisa dilanjutkan untuk proses sintesis secara hidrotermal. Sampel di timbang 5 gram dan di beri kode HAp 1. Kemudian sampel ditambahkan 3,045 gram $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$, pada sampel kemudian di aduk menggunakan stirrer dan diatur pH sekitar 11-12 menggunakan (NH_4OH) . Setelah itu sampel di masukkan kedalam vessel hidrotermal dan di sintesis secara hidrotermal selama 2 jam pada sampel dengan suhu sampel adalah 500 °C. Setelah waktu sintesis telah tercapai. Sampel kemudian di diamkan dingin secara alami selama 120 menit lalu di dikeluarkan dari vessel hidrotermal dan disimpan didalam desikator agar sampel tidak terkontaminasi dari bahan-bahan lain. Setelah itu crude HAp yang di peroleh dari hasil sintesis hidrotermal di cuci dengan aquades sampai pH 7-8, dengan pH akhir yang diperoleh yaitu 7,40. Selanjutnya sampel disaring dan dikeringkan di microwave pada suhu 120 °C selama 1 jam sampai beratnya konstan saat di timbang. Setelah itu di timbang 5 gr sampel untuk dilakukan analisa hasil sintesis dengan menggunakan FTIR.

Hasil Uji Karakterisasi FTIR

Sampel cangkang kerang ale-ale yang digunakan dalam proses penelitian ini adalah cangkang kerang ale-ale yang berasal dari pantai oesapa kota kupang. Selanjutnya sampel cangkang kerang ale-ale ini dilakukan beberapa tahapan penelitian yang dimulai dari proses separasi sampel, sintesis dengan menggunakan metode hidrotermal dan yang terakhir dilakukan proses karakterisasi yaitu dengan *Fourier Transform Infrared spectroscopy* (FTIR). Uji FTIR bertujuan untuk mengetahui presentasi unsur/senyawa yang terkandung di dalam sampel. Dari hasil analisis dengan menggunakan *Fourier Transform Infrared spectroscopy* (FTIR) yaitu analisis kandungan hidroksiapatit

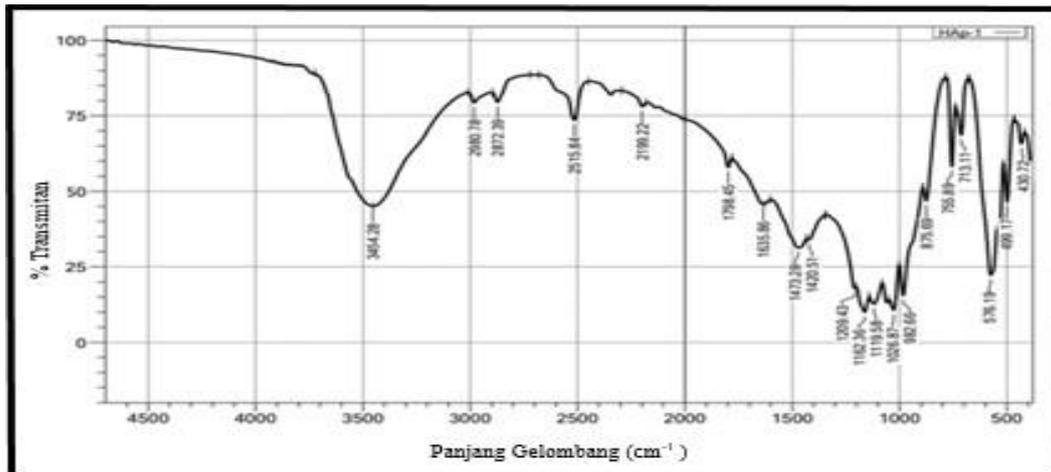
Karakterisasi dengan FTIR dilakukan untuk mengidentifikasi gugus fungsi HAp. Gugus fungsi yang teramati pada FTIR untuk HAp komersial yaitu gugus fosfat (PO_4^{3-}) pada bilangan gelombang 1156-1000 cm^{-1} , 960 cm^{-1} , 600-560 cm^{-1} dan 460 cm^{-1} , gugus hidroksil (OH^-) pada bilangan gelombang 3700-2600 cm^{-1} dan 630 cm^{-1} , gugus karbonat (CO_3^{2-}) pada bilangan gelombang 1640 cm^{-1} , 1460 cm^{-1} , 1450 cm^{-1} , 1418 cm^{-1} , 1384 cm^{-1} dan gugus hidrogen fosfat (HPO_4^{2-}) pada bilangan gelombang 875 cm^{-1} [12]. Berikut hasil karakterisasi FTIR akan terlihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 2. Hasil karakterisasi FTIR sampel tanpa perlakuan

Pada hasil spektra FTIR yang ditunjukkan pada gambar diatas terdapat serapan pada bilangan gelombang 860.01; 1081.07; 1474.70 cm^{-1} yang merupakan ikatan gugus fosfat (PO_4^{3-}). Adapun serapan gugus OH^- pada bilangan gelombang 3420.06 cm^{-1} yang menunjukkan adanya ikatan hidrogen dengan vibrasi gugus fungsi H-O-H. Terdapat juga serapan pada bilangan gelombang 1788.47 cm^{-1} yang menunjukkan adanya gugus Ca-O.

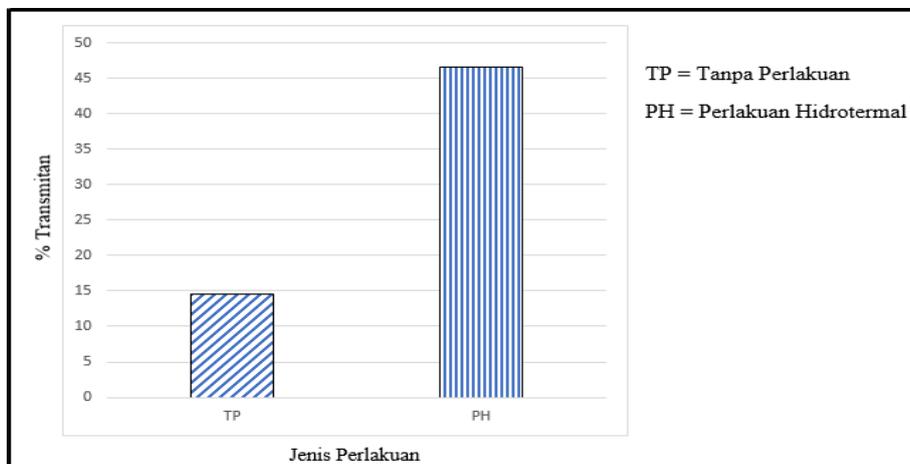
**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA
Kupang, 31 Maret 2022**



Gambar 3. Hasil karakterisasi FTIR sampel dengan perlakuan hidrotermal pada temperatur 500 °C

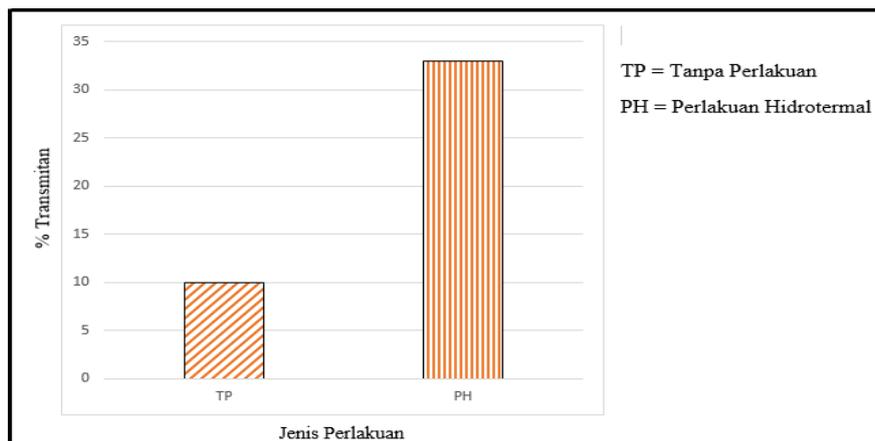
Pada gambar diatas, dapat terlihat adanya serapan pada bilangan gelombang 875.69; 982.66; 1026.87; 1420.51 cm^{-1} dimana puncak tersebut menunjukkan adanya ikatan gugus fosfat (PO_4^{3-}). Pada gugus OH terdeteksi pada bilangan gelombang 3454.28 cm^{-1} . Terdapat juga serapan Ca-O pada bilangan gelombang 2199.22 cm^{-1} .

Berikut ini adalah grafik yang menunjukkan hubungan antara temperatur dan panjang gelombang dimana pada panjang gelombang terendah saat sampel Tanpa perlakuan (TP) dan pada panjang gelombang tertinggi saat suhu sampel 500 °C memperlihatkan perbedaan transmittan yang sangat signifikan diantara keduanya yang mana dapat dilihat pada Gambar 4 dan Gambar 5.



Gambar 4. Hubungan Temperatur dan Absorpsi pada Panjang Gelombang Terendah pada temperatur 500 °C

SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA
Kupang, 31 Maret 2022



Gambar 5. Hubungan Temperatur dan Absorpsi pada Panjang Gelombang Tertinggi pada temperatur 500 °C

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan pada hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa dengan menggunakan cangkang kerang ale-ale yang direaksikan dengan Amonium Hidrogen Fosfat dengan menggunakan metode hidrotermal dapat dihasilkan hidroksiapatit [$\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$] yang mirip dengan hidroksiapatit impor.

Berdasarkan pada hasil penelitian yang dilakukan maka dapat disarankan bagi peneliti selanjutnya : menggunakan pH diatas 10 dan suhu diatas 500°C, harus mencari berapa banyak kandungan hidroksiapatit yang terkandung pada kerang dengan menggunakan metode GC-MS, diusahakan waktu sintesis yang digunakan harus lebih singkat, diusahakan untuk mengurangi tingkat kontaminasi sampel dengan udara bebas agar sampel tidak teroksidasi. caranya dengan menyimpan sampel di tempat yang tertutup dan tidak terkena sinar matahari langsung. Hal ini bertujuan agar saat pengujian hasil yang di dapat memuaskan dan tidak mengandung senyawa oksida.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Muntamah. 2011. "Sintesis dan Karakterisasi Hidroksiapatit dari Cangkang Kerang," *Dep. Fis. Fak. MIPA IPB, Bogor*, pp. 1–50.
- [2] Maliwemu, E. U. K., Malau, V., Iswanto, P. T., Kambali, I., Sujitno, T., & Suprpto. 2021. Corrosion fatigue crack propagation of aisi 316l by nitrogen ion implantation in simulated body fluid. *Croatica Chemica Acta*, 60, 43–46.
- [3] Jayaswal, G. P., Dange, S. P., ang Khalikar, A. N. 2010. *Bioceramic in Dental Implants: A Review*. Journal of Indian Prosthodontic Society. 10:8-12.
- [4] E. U. Kondi Maliwemu, V. Malau, and P. Tri Iswanto. 2019. "Corrosion Resistance of 316L Biomaterial in Simulated Body Fluid by Modification of Shot Distance and Shot Angle of Shot Peening," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 553, no. 1, pp. 1–7, doi: 10.1088/1757-899X/553/1/012053.
- [5] Sedyono and A. E. Tontowi. 2017. "Proses Sintesis Dan Karakterisasi Ftir Hidroksiapatit Dari Gypsum Alam Kulon Progo," *Media Mesin Maj. Tek. Mesin*, vol. 9, no. 1, doi: 10.23917/mesin.v9i1.3125.
- [6] A. Jeklin. 2016. "Kementerian Kelautan dan Perikanan," *Kementrian Kelaut. dan Perikan.*, no. July, pp. 1–23.
- [7] K.-I. BPS Kota Kupang. 2019. "Kota Kupang dalam Angka 2019," *Kota Kupang dalam Angka 2019*, pp. 1–339.
- [8] A. Shofiyani, D. Intan Syahbanu, and J. H. Hadari Nawawi. 2019. "Sintesis Kalsium Oksida dari Cangkang Kerang Ale-Ale (Meretrix meretrix) pada Suhu Kalsinasi 700°C," *Kim. Khatulistiwa*, vol. 8, no. 1, pp. 36–40.
- [9] E. U. Kondi Maliwemu, V. Malau, and P. T. Iswanto. 2018. "Effect of Shot Peening in Different Shot Distance and Shot Angle on Surface Morphology, Surface Roughness and

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA
Kupang, 31 Maret 2022**

- Surface Hardness of 316L Biomaterial,” *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 299, no. 1, pp. 1–6, doi: 10.1088/1757-899X/299/1/012051
- [10] Al-Sanabani, J. S., Madfa, A. A., and AlSanabani, F. A. 2013. *Application of Calcium Phosphate Materials in Dentistry*. Hindawi Publishing Corporation International Journal of Biomaterials. Vol. 2013-12.
- [11] Tim Riset *Bioceramics Minifactory* UGM. 2010. *Jumlah Kebutuhan Implan Tulang indonesia*. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- [12] Liga Berzina-Cimdina and Natalija Borodajenko, “Research of calcium phosphates using FTIR spectroscopy.pdf,” pp. 127–134. 2012. [Online]. Available: <http://www.intechopen.com/books/infrared-spectroscopy-materials-science-engineering-and-technology/research-of-calcium-phosphates-using-fourier-transformation-infrared-spectroscopy>.

**PENGARUH KONSENTRASI *PUTAK* DAN LAMA FERMENTASI
MENGUNAKAN *Trichoderma reesei* TERHADAP KANDUNGAN GIZI
PUTAK DI KABUPATEN KUPANG**

Hilda van owa¹, Jasman²

¹*Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Nusa Cendana,
Penfui, Kupang, 85361, Indonesia*

²*Laboratorium pendidikan kimia, Penfui, Kupang, 85361, Indonesia
Email Ilvanowa10@gmail.com*

Abstrak

Nusa Tenggara Timur merupakan salah satu propinsi di Indonesia yang memiliki lahan kering yang cukup luas dan ditumbuhi oleh berbagai tumbuhan khas di antaranya gewang (*Coryphautan Lamk*). Pada musim paceklik, empulur batang pohon gewang (*putak*) dimanfaatkan oleh penduduk lokal sebagai sumber pangan alternatif di samping sebagai pakan ternak. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh fermentasi menggunakan *T. reesei* terhadap kandungan gizi *putak* untuk menilai kelayakannya sebagai pangan alternatif. Penelitian dilakukan dengan memvariasikan konsentrasi *putak* sebagai substrat yang kemudian difermentasi dengan *T. reesei* dalam waktu yang bervariasi pula menurut rancangan acak lengkap factorial. Parameter gizi yang dianalisis adalah kadar air, karbohidrat, lemak, protein, serat, dan abu. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan ANOVA dua jalur pada taraf signifikansi 95%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan fermentasi pada konsentrasi substrat dan durasi yang bervariasi berpengaruh nyata terhadap kandungan air, abu, lemak, protein, serat, dan karbohidrat dari *putak*. Kadar lemak, serat, karbohidrat, dan abu menurun sedangkan kadar protein dan air meningkat. Kandungan karbohidrat kurang lebih setara dengan beras tetapi lebih tinggi dari pada jagung dan gandum. Kandungan lemak *putak* rata-rata lebih rendah dari pada beras, jagung, dan gandum. Kandungan proteinnya juga masih lebih rendah dari pada ketiga bahan pangan perbandingan, meskipun sudah meningkat setelah difermentasi. Serat kasar sudah menurun setelah fermentasi, tetapi tetap masih lebih tinggi dari pada serat beras dan jagung dan lebih rendah dari pada serat gandum. Berdasarkan perbandingan tersebut, secara umum *putak* layak dijadikan sebagai bahan pangan.

Kata Kunci: *putak, pangan, fermentasi, gizi*

Abstract

[**The Effect Of Util Concentration And Fermentation Time Using *Trichoderma Reesei* On The Nutritional Content Of *Putak* In Kupang District**] East Nusa Tenggara is one of the provinces in Indonesia which has a fairly wide dry land and is overgrown by various typical plants including gewang (*Coryphautan Lamk*). In the lean season, the pith of the gewang tree trunk (*putak*) is used by local residents as an alternative food source as well as animal feed. This study aims to determine the effect of fermentation using *T. reesei* on the nutritional content of *putak* to assess its feasibility as an alternative food. The research was conducted by varying the concentration of *putak* as a substrate which was then fermented with *T. reesei* in varying times according to a factorial completely randomized design. The nutritional parameters analyzed were water, carbohydrate, fat, protein, fiber, and ash content. The data obtained were analyzed using two-way ANOVA at a significance level of 95%. The results showed that the fermentation treatment at varying substrate concentrations and duration significantly affected the water, ash, fat, protein, fiber, and carbohydrate content of *putak*. Fat, fiber, carbohydrate, and ash content decreased while protein and water content increased. The carbohydrate content is roughly equivalent to that of rice but higher than that of corn and wheat. *Putak* fat content on average is lower than rice, corn, and wheat. The protein content is also still lower than the three comparison foods, although it has increased after fermentation. Crude fiber has decreased after fermentation, but is still higher than rice and corn fiber and lower than wheat fiber. Based on this comparison, generally *putak* is suitable for use as food.

Keywords: *putak, food, fermentation, nutrition*

SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I UNIVERSITAS NUSA CENDANA

Kupang, 31 Maret 2022

PENDAHULUAN

Indonesia adalah Negara kepulauan dengan daerah yang cukup luas yang terdiri dari daratan dan lautan yang masing-masing dipenuhi dengan ekosistem yang beragam. Berbagai tipe ekosistem dalam panggung vegetasi Indonesia Salah satu kekayaan vegetasi di Indonesia adalah vegetasi savana. Vegetasi savana ini menyebar pada daerah kering atau curah hujannya relative rendah. Kawasan savana Indonesia yang relatif luas terdapat di daerah Nusa Tenggara Timur (NTT) Sebagai sebuah ekosistem, savana di NTT memiliki vegetasi yang spesifik karena dibentuk dengan latar belakang iklim kering. Salah satu spesies/jenis tumbuhan yang membentuk vegetasi dominan adalah gewang (*Corypha gebanga*) yang masih bertumbuh liar di NTT, namun telah dimanfaatkan dengan cukup efisien dalam kehidupan masyarakat sehari-hari sebagai makanan, minuman, bahan baku untuk membuat tempat tinggal dan naungan.[1].

Empulur batang gewang yang sudah tua (umur di atas 20 tahun) dikenal sebagai putak oleh masyarakat Timor telah lama dimanfaatkan sebagai sumber pakan maupun pangan. Untuk tujuan pangan, putak biasanya diproses dengan cara ekstraksi sederhana untuk diambil pati kasar. Pati tersebut kemudian diolah menjadi makanan baik berupa sejenis roti tipis (pan cake) yang oleh masyarakat Belu dikenal sebagai akabilan maupun sejenis makanan osengan berbentuk butiran seukuran beras yang disebut akasonen.

Laporan [2], dari satu pohon gewang dengan tinggi 13 m ($12,9 \pm 3,3$ m) dapat dihasilkan sebanyak $663,0 \pm 12,4$ kg putak basah atau 396 kg berat kering, dengan kandungan protein kasar 2,53%, serat kasar 12,04%, lemak kasar 0,84% dan energi 4210 kkal. Agar penggunaan putak sebagai bahan pangan menjadi optimal, maka diperlukan proses pengolahan untuk meningkatkan kandungan nutrisinya. Salah satu cara yang banyak dilakukan untuk meningkatkan nilai gizi suatu bahan menurut [3], adalah melalui fermentasi. Laporan penelitian Balai Penelitian Ternak, Ciawi Bogor menunjukkan bahwa teknologi fermentasi dapat meningkatkan kandungan protein pada singkong [4].

Pada proses fermentasi terjadi perubahan-perubahan terhadap komposisi kimia, seperti kandungan protein, lemak, karbohidrat, asam amino, vitamin dan mineral sebagai akibat aktivitas dan perkembangbiakan mikroorganisme selama proses fermentasi. *Trichoderma reesei* adalah kapang aerob yang dapat digunakan dalam proses fermentasi karena mampu menghasilkan enzim-enzim pengurai polisakarida seperti selulosa. Tujuan digunakan *T. reesei* karena jamur ini berperan dalam kehidupan manusia yaitu dapat menghasilkan enzim selulolitik yang dapat menyederhanakan molekul gula kompleks seperti selulosa. Penelitian yang dilakukan [5], melaporkan penggunaan *T. reesei* pada fermentasi bungkil inti sawit dapat meningkatkan kadar protein kasar dari 16,50% menjadi 24,37%. Berdasarkan Latar Belakang Di Atas, Saya Bermaksud Melakukan Penelitian Dengan Judul: "Pengaruh Konsentrasi Putak Dan Lama Fermentasi Menggunakan *Trichoderma reesei* Terhadap Kandungan Gizi Putak Di Kabupaten Kupang"

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Pendidikan kimia Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Nusa Cendana. Penelitian ini dilaksanakan dari bulan September sampai Desember 2021. Penelitian ini adalah penelitian eksperimen rancangan acak lengkap (RAL) faktorial desain 5×5 dengan variasi konsentrasi (30, 40, 50, 60, dan 70%), dan variasi waktu (48, 60, 72, 84, dan 96jam), dengan pengulangan sebanyak 3 kali.

Putak yang digunakan adalah dalam bentuk cacahan berukuran $\pm 1,0 \times 1,5$ cm. dicuci dengan air bersih setelah itu jemur dimatahari selama 3 hari agar tidak berjamur. *Putak* kering selanjutnya dihaluskan dan digunakan dalam pembuatan *putak* fermentasi. *Putak* yang diperoleh sudah dalam bentuk yang di haluskan. Setelah itu *putak* ditimbang sesuai dengan konsentrasi *putak* yang akan digunakan yaitu 30, 40, 50, 60, dan 70 gram. *Putak* yang sudah ditimbang selanjutnya ditambahkan 200 ml air dan didiamkan selama 30 menit. Selanjutnya disaring menggunakan kertas saring. *Putak* yang sudah disaring siap untuk dilakukan fermentasi dengan *T. reesei* 7,5%. Isolat murni *T. reesei* ditumbuhkan pada medium potato dextrose agar (PDA) miring lalu diinkubasi selama 48 jam pada 37 °C. Inokulum *T. reesei* yang akan digunakan pada fermentasi dibuat dengan cara mensuspensikan kultur *T. reesei* dari agar miring ke dalam 30, 40, 50, 60, dan 70 gram *putak* yang disuplementasi dengan urea 3 gram, amonium sulfat 1 gram, KH_2PO_4 1 gram. *putak* yang telah dicampur larutan

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA**

Kupang, 31 Maret 2022

minerak dikukus selama 30 menit, setelah itu didinginkan. Ditambahkan inokulum *Trichoderma reesei* dengan konsentrasi 7,5%, difermentasikan secara semi aerob dengan lama fermentasi 48, 60, 72, 84. Dan 96 jam. Setelah itu sampel siap untuk dianalisis kandungan gizi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data hasil penelitian secara keseluruhan yang mencakup kadar abu, kadar protein, kadar lemak, kadar serat kasar, kadar karbohidrat dan kadar air ditampilkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Rataan kadar abu, protein, lemak, serat kasar, karbohidrat, dan air *putak* hasil fermentasi oleh *Trichoderma reesei* dengan konsentrasi *putak* dan lama inkubasi yang berbeda

No	Kode sampel		Abu	Protein	Lemak	Serat kasar	Karbohidrat	Air
		%.....					
1	30 gram(A1)	<i>Putak</i> tanpa fermentasi	3,20	2,05	0,46	14,00	84,29	10,00
		48 jam(B)	0,53	2,13	0,05	7,77	78,82	17,00
		60 jam	0,60	2,16	0,05	7,67	78,62	18,60
		72 jam	0,70	2,18	0,06	7,49	77,96	19,10
		84 jam	0,80	2,22	0,06	6,93	77,32	19,60
2	40 gram (A2)	96 jam	0,80	2,27	0,07	6,82	77,96	19,90
		48 jam(B)	0,60	2,30	0,05	6,71	81,05	16,00
		60 jam	0,70	2,34	0,06	6,55	80,30	16,60
		72 jam	0,80	2,39	0,07	6,46	79,54	17,20
		84 jam	1,00	2,46	0,07	6,36	79,87	17,50
3	50 gram (A3)	96 jam	0,90	2,49	0,08	5,60	78,63	17,90
		48 jam(B)	0,70	2,35	0,06	6,65	79,69	17,20
		60 jam	0,80	2,45	0,07	6,45	79,08	17,60
		72 jam	0,80	2,95	0,08	5,95	79,17	17,00
		84 jam	0,90	3,25	0,08	5,55	77,97	17,80
4	60 gram (A4)	96 jam	0,70	3,30	0,09	5,53	77,81	18,10
		48 jam(B)	0,80	3,21	0,08	6,10	78,11	17,80
		60 jam	0,80	3,29	0,09	5,55	77,62	18,20
		72 jam	0,90	3,36	0,09	5,52	77,25	18,40
		84 jam	0,90	3,45	0,10	5,53	76,85	18,70
5	70 gram (A5)	96 jam	1,00	3,48	0,10	5,47	77,32	19,00
		48 jam(B)	0,80	3,27	0,09	5,79	83,84	12,00
		60 jam	0,90	3,34	0,09	5,51	82,67	13,00
		72 jam	0,90	3,47	0,10	5,43	80,53	15,00
		84 jam	1,00	3,51	0,10	5,30	80,89	15,40
		96 jam	1,10	3,56	0,11	5,21	80,02	16,00

Kadar Air

Berdasarkan hasil analisis ANOVA terhadap tepung *putak* fermentasi menunjukkan bahwa interaksi antara perlakuan konsentrasi *putak* dan waktu fermentasi berpengaruh sangat nyata ($p < 0,05$) terhadap kadar air. Kadar air tertinggi pada konsentrasi 30% dan lama waktu 96 jam yaitu 19,90% dan kadar air terendah pada konsentrasi 70% dan lama waktu 48 jam yaitu 12,00%. Kadar air yang diperoleh lebih tinggi dari tepung *putak* tanpa fermentasi Hal ini terjadi karena Selama proses fermentasi berlangsung terjadi perombakan pati yang disertai pelepasan air. Sebelum fermentasi, sebagian molekul air membentuk hidrat dengan molekul-molekul lain yang mengandung atom oksigen dan nitrogen seperti karbohidrat, protein, garam-garam dan senyawa-senyawa organik lainnya sehingga air sukar untuk teruapkan. Selama proses fermentasi berlangsung, enzim-enzim mikroba memecahkan karbohidrat, sehingga air menjadi bebas dan lebih mudah menguapkan [6]. Berdasarkan data yang diperoleh, bila dibandingkan dengan kadar air jagung, beras, dan gandum maka kandungan air *putak* lebih tinggi tetapi masih dapat diterima.

SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I UNIVERSITAS NUSA CENDANA

Kupang, 31 Maret 2022

Kadar Abu

Berdasarkan data hasil analisis ANOVA terhadap tepung *putak* fermentasi menunjukkan bahwa interaksi antara perlakuan konsentrasi *putak* dan waktu fermentasi berpengaruh sangat nyata ($p < 0,05$) terhadap kadar abu. Kadar abu tertinggi pada konsentrasi 70% dan lama waktu 96 jam yaitu 1,10% dan kadar abu terendah pada konsentrasi 30% dan lama waktu 48 jam yaitu 0,53%. Kadar abu hasil fermentasi jauh lebih rendah dibandingkan dengan tepung *putak* tanpa fermentasi yaitu 3,2%. Penurunan kadar abu mengidentifikasi terjadi peningkatan kandungan bahan organik substrat. Peningkatan kandungan bahan organik diduga karena setelah fermentasi, substrat mengalami perombakan kandungan nutrisinya oleh enzim mikroorganisme sehingga persentase zat makanan yang dapat dimanfaatkan bertambah yang tercermin pada peningkatan bahan organik dan penurunan kadar abu [7]. Berdasarkan data yang diperoleh, kadar abu *putak* fermentasi lebih rendah dari jagung dan lebih tinggi dari beras dan gandum. Maka kandungan abu *putak* masih dapat diterima.

Kadar Lemak

Berdasarkan hasil analisis ANOVA terhadap tepung *putak* fermentasi menunjukkan bahwa interaksi antara perlakuan konsentrasi *putak* dan waktu fermentasi berpengaruh sangat nyata ($p < 0,05$) terhadap kadar lemak. Pada tabel 4.3.1 menunjukkan hasil kadar lemak tertinggi pada konsentrasi 70% dan lama waktu 96 jam yaitu 0,11% dan yang terendah pada persentase 0,05%. Hasil ini lebih rendah dari pada tepung *putak* tanpa fermentasi yaitu 0,46%. Hal ini terjadi karena pada proses fermentasi dengan *Trichoderma reesei* justru mengakibatkan hilangnya sebagian kandungan lemak *putak*. Kehilangan sebagian komponen nutrisinya dalam proses fermentasi dapat dipahami karena pada prosesnya, pertumbuhan *T. reesei* membutuhkan nutrisinya untuk tetap bertahan hidup dan berkembang. Dari data hasil analisis menunjukkan bahwa semakin banyak konsentrasi *putak* dan semakin lama waktu fermentasi dapat meningkatkan kadar lemak. Hal ini terjadi karena *T. reesei* memiliki substrat yang banyak untuk bertahan hidup dan berkembang. Kandungan lemak *putak* rata-rata lebih rendah dari pada beras, jagung, dan gandum tetapi masih bisa diterima dan layak dikonsumsi.

Kadar Protein

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa interaksi konsentrasi *putak* dan waktu fermentasi yang bervariasi memberikan hasil berbeda sangat nyata ($P < 0,05$) terhadap kandungan protein fermentasi *putak*. Kandungan protein kasar tertinggi adalah pada konsentrasi 70% dan lama waktu 96 jam yaitu 3,56% berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) dibandingkan perlakuan lainnya dan kandungan protein terendah adalah pada konsentrasi 30% dan lama waktu 48 jam yaitu 2,13%. Hasil analisis kandungan protein *putak* setelah fermentasi mengalami peningkatan dibanding tanpa fermentasi. Semakin lama waktu fermentasi dan semakin tinggi konsentrasi *putak* berturut-turut meningkatkan kandungan protein *putak*. Hal ini terjadi karena *T. reesei* memproduksi Enzim selobiohidrolase (endoglukanase dan eksoglukanase) merupakan selulosa utama. Enzim selobiohidrolase memecah selulosa menjadi selobiosa sebagai satu-satunya produk akhir hidrolisis. Akumulasi selobiosa dalam medium akan menghambat aktifitas enzim Selobiohidrolase. Peningkatan protein diduga karena adanya penambahan protein yang disumbangkan oleh sel mikroba akibat pertumbuhannya yang menghasilkan produk protein sel tunggal (PST) atau biomassa sel yang mengandung sekitar 40-65% protein [8]. Faktor lain meningkatnya kandungan protein diduga karena adanya penambahan 3 gram (3,15%) urea pada fermentasi, hal ini akibat adanya urea yang berfungsi sebagai sumber nitrogen (N) dalam proses fermentasi. Menurut [9] penambahan urea dengan level 0,5% sampai dengan 2% dapat meningkatkan nilai protein kasar 7,67%-10,46%. Hal tersebut didukung oleh hasil penelitian [10] bahwa kandungan protein ampas kelapa hasil fermentasi menggunakan *Aspergillus niger* dan penambahan 20 gram urea mengalami peningkatan, Kadar protein tersebut diperoleh dari amonia di dalam urea yang berperan dalam memuaikan serat selulosa. Pemuaian ini memudahkan penetrasi enzim selulosa dan meningkatkan kandungan protein melalui peresapan nitrogen dalam urea [9]. Kandungan proteinnya juga masih lebih rendah dari pada ketiga bahan pangan pembanding yaitu beras, jagung dan gandum, meskipun sudah meningkat setelah difermentasi dan kadar protein *putak* dapat diterima.

Kadar Serat

Berdasarkan hasil uji Jarak Berganda Duncan, maka diketahui bahwa kandungan serat kasar tertinggi adalah pada konsentrasi 30% dan lama waktu 48 jam yaitu 7,77% berbeda sangat nyata

SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I UNIVERSITAS NUSA CENDANA

Kupang, 31 Maret 2022

($P < 0,01$) dibandingkan perlakuan lainnya dan kandungan serat terendah adalah pada konsentrasi 70% dan lama waktu 96 jam yaitu 25,21%. Hal ini Sesuai dengan pendapat [7], bahwa penurunan kandungan serat kasar diduga karena adanya aktifitas enzim selulase yang dihasilkan oleh mikroba selulolitik yang terkandung pada probiotik. Selain itu serat kasar juga dipengaruhi oleh pertumbuhan miselia kapang. Kapang selulolitik juga mampu menghasilkan senyawa selulase yang dapat menghidrolisis selulosa menjadi senyawa sederhana. Hal ini juga sesuai dengan pendapat [11], bahwa hasil fermentasi terutama tergantung pada substrat, jenis mikroba dan kondisi sekelilingnya yang akan mempengaruhi pertumbuhan dan metabolisme mikroba tersebut. Pada proses fermentasi, mikroba akan membutuhkan sejumlah energi untuk pertumbuhan dan perkembangbiakannya yang akan diperoleh melalui perombakan zat makanan didalam substrat. Ini diakibatkan oleh aktifitas enzim yang dihasilkan oleh mikroba tersebut yang meliputi perubahan molekul kompleks seperti karbohidrat, protein dan lemak menjadi molekul yang lebih sederhana dan mudah dicerna. Hal tersebut juga kemukakan oleh pendapat [12], bahwa fermentasi yaitu proses perombakan dari struktur keras secara fisik, kimia dan biologi sehingga bahan dari struktur yang kompleks menjadi sederhana, maka daya cerna ternak menjadi lebih efisien. Serat kasar sudah menurun setelah fermentasi, tetapi tetap masih lebih tinggi dari pada serat beras dan jagung dan lebih rendah dari pada serat gandum. Kadar serat *putak* layak untuk dikonsumsi.

Kadar Karbohidrat

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa lama fermentasi dan konsentrasi *putak* berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap kadar karbohidrat *putak* fermentasi. Nilai rata-rata kadar karbohidrat *putak* dapat dilihat pada Tabel 1. Kisaran kadar karbohidrat *putak* yaitu antara 77,32% sampai 83,84%. Nilai tertinggi diperoleh pada lama fermentasi 48 jam dan konsentrasi *putak* 70% (P1) yaitu 83,84%, sedangkan nilai terendah diperoleh pada lama fermentasi 84 jam dan konsentrasi *putak* 60% (P5) yaitu 76,85%. Penurunan kadar karbohidrat disebabkan oleh penggunaan karbohidrat sebagai sumber energi bagi mikroba selama proses fermentasi berlangsung [13]. Proses pemecahan karbohidrat tersebut terjadi secara cepat khususnya di tahap awal fermentasi, sebab karbohidrat merupakan sumber energi utama bagi mikroba [14]. Kandungan karbohidrat kurang lebih setara dengan beras tetapi lebih tinggi dari pada jagung dan gandum dan layak untuk dikonsumsi.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan bahwa Konsentrasi *putak* memberikan pengaruh sangat nyata $p < 0,05$ terhadap kandungan gizi *putak* yaitu dengan meningkatkan kadar protein dan air serta menurunkan kadar lemak, abu, serat dan karbohidrat dari kadar *putak* tanpa fermentasi. Lama fermentasi dengan *T. reesei* memberikan pengaruh sangat nyata $p < 0,05$ terhadap kandungan gizi *putak* yaitu dengan meningkatkan kadar protein dan air serta menurunkan kadar lemak, abu, serat dan karbohidrat dari kadar *putak* tanpa fermentasi. Interaksi konsentrasi *putak* dan lama fermentasi dengan *T. reesei* dapat meningkatkan kandungan protein dari 2,05% menjadi 3,36% dan air dari 10% menjadi 19,9% serta menurunkan kadar serat dari 14% menjadi 5,21%, lemak dari 0,46% menjadi 0,05%, abu dari 3,2% menjadi 0,5%, dan karbohidrat dari 84,29% menjadi 76,85%. Berdasarkan hasil analisis diatas hasil fermentasi *putak* layak untuk dikonsumsi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Naiola BP, Harahap R, Siagian MH dan Rahayu M. 1992. *Etnobotani Palm Timor: Tuak dan Gwang, Penghuni Savana Yang Setiap Mendukung Kehidupan Manusianya*. Presiding Seminar dan Lokakarya Nasional Etnobotani, 306-311. Depdikbud RI, Deptan RI, LIPI dan Perpustakaan Nasional RI.
- [2] Nullik J, Fernandez PTh, Bamualim A, 1988. *Pemanfaatan Dan Produksi Putak Sebagai Sumber Energi Makanan Ternak Sapi Dan Kambing*. Laporan Penelitian Komponen Teknologi Peternakan, Main Base Kupang 1987–1988. Proyek NTASP. BPPP Deptan.
- [3] Kompiani IP. 1994. *Cassapro. A Promising Protein Enriched Cassava As Animal And Fish Feed*. *Indonesian Agric Res Develop J* 16(4): 57-63
- [4] Ghanem KM, El-Refai AH, El-Gazaerly MA. 1991. *Protein Enriched Feedstuff From Beet Pulp*. *World J Microbil Biotech* 7 : 365- 371.

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA**

Kupang, 31 Maret 2022

- [5] Jaelani, Piliang AWG, Suryahadi, Rahayu I. 2008. *Hidrolisis Bungkil Inti Sawit (Elaeis guiaeensis Jacq) oleh Kapang Trichoderma reesei Sebagai Pendegradasi Polisakarida Mannan. Animal Production* 42-49.
- [6] Murniati, A. 2005. *Pengaruh Jenis Ragi dan Lama Fermentasi Terhadap Sifat Fisik-Kimia dan Organoleptik Tepung Ubi Kayu Tersakarifikasi*. Skripsi. Teknologi Hasil Petanian. Universitas Brawijaya. Malang
- [7] Pujioktari, P. 2013. *Pengaruh Level Trichoderma harzianum dalam Fermentasi Terhadap Kandungan Bahan Kering, Abu, dan Serat Kasar Sekam Padi*. Skripsi. Fakultas Peternakan Universitas Jambi.
- [8] Krisnan, R., 2005, *The Effect of Application of Tea Waste (Cammellia Sinensis) Fermented With Aspergillus niger on Broiler*”, JITV, 10(1):1-5.
- [9] Eko. D. P, Junus. M dan Nasich. M. 2013. *Pengaruh Penambahan Urea Terhadap Kandungan Protein Kasar dan Serat Kasar Padatan Lumpur Organik Unit Gas Bio*. <http://fapet.ub.ac.id/wpcontent/uploads/2013>
- [10] Miskiyah, Mulyawati. I dan Haliza. W. 2006. *Pemanfaatan Ampas Kelapa Limbah pengolahan Minyak Kelapa Murni Menjadi Pakan*. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner.
- [11] Atmaja, R. 2015. *Potensi limbah jagung (kulit,tongkol,klabot,jerami) sebagai pakan ternak*.<http://riskyatmaja77.blogspot.com/2015/05/potensi-limbahjagung-kulit-tongkol.html> (diakses 23 februari 2022).
- [12] Sulardjo. 1999. *Usaha Meningkatkan Nilai Nutrisi Jerami Padi, Sain Teks*. Vol 7 (3) : Universitas Semarang.
- [13] Hu, Y., C. Ge, W. Yuan, R. Zhu, W. Zhang, L. Due, dan J. Xue. 2010. Characterization of Fermented Black Soybeans Natto Inoculated with Bacillus natto during Fermentation. *Journal of Science Food and Agri.*, 90: 1194-1202.
- [14] Yang, H. J., S. Park, V. Pak, K.R. Chung, dan D.Y. Kwon. 2011. Fermented Soybean Products and Their Bioactive Compounds. Prof. Hany El-Shemy (ed). InTech. Croatia

IDENTIFIKASI METABOLIT SEKUNDER DAN UJI AKTIVITAS ANTIOKSIDAN EKSTRAK KULIT JERUK KEPROK (*Citrus reticulata*)

Theodorus M. Da Cunha, Suwari, Mafrit Romli Liunokas

*Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Jln. Adi Sucipto,
Penfui –Kupang, NTT, 85001, Indonesia
E-mail: romlilunokas193@gmail.com*

Abstrak

Telah dilakukan penelitian dengan tujuan untuk mengetahui kandungan senyawa metabolit sekunder dan aktivitas antioksidan dari ekstrak kloroform dan air kulit jeruk keprok (*Citrus reticulata*). Ekstraksi dilakukan dengan metode maserasi menggunakan pelarut kloroform dan air selama tiga hari pada suhu kamar. Hasil maserasi kemudian dilakukan penyaringan, selanjutnya dievaporasi menggunakan Rotary evaporator untuk memperoleh ekstrak kental. Hasil ekstrak kental kemudian dilakukan uji fitokimia untuk mengetahui senyawa metabolit sekunder. Pengujian senyawa metabolit sekunder yang terdapat dalam ekstrak kloroform adalah mengandung senyawa alkaloid, flavonoid, saponin dan steroid, sedangkan dalam ekstrak air adalah mengandung senyawa alkaloid, flavonoid dan terpenoid. Pengujian aktivitas antioksidan dilakukan dengan metode 1,1-Difenil-2-Pikrihidrazil (DPPH). Berdasarkan hasil pengujian aktivitas antioksidan dengan metode DPPH, ekstrak kloroform dan air memiliki aktivitas antioksidan yang tergolong kuat dengan nilai IC_{50} masing-masing 69,94 dan 77,76 ppm.

Kata Kunci: Jeruk keprok, meserasi, metabolit sekunder, antioksidan, metode DPPH

Abstract

Research has been carried out with the aim of knowing the content of secondary metabolites and antioxidant activity of chloroform extract and water of tangerine peel (*Citrus reticulata*). Extraction was carried out by maceration method using chloroform and water for three days at room temperature. The maceration results were then filtered, then evaporated using a rotary evaporator to obtain a thick extract. The results of the thick extract were then carried out with a phytochemical test to determine the secondary metabolite compounds. Testing of secondary metabolites contained in the chloroform extract contained alkaloids, flavonoids, saponins and steroids while the aqueous extract contained alkaloids, flavonoids and terpenoids. Antioxidant activity testing was carried out by the method 1,1-Difenil-2-Pikrihidrazil (DPPH). Based on the results of the antioxidant activity test using the DPPH method, chloroform extract water have antioxidant activity which is classified as strong with an IC_{50} value of each 69,94 and 77,76 ppm.

Keywords: Tangerine, maceration, secondary metabolites, antioxidant, DPPH method.

PENDAHULUAN

Radikal bebas merupakan atom-atom molekul yang tidak stabil karena memiliki satu atau lebih elektron bebas. Radikal bebas menimbulkan banyak masalah kesehatan [1]. Dalam bidang medis diketahui bahwa radikal bebas adalah biang keladi berbagai keadaan patologis seperti penyakit liver, jantung coroner, kanker, diabetes, katarak, penyakit hati dan berbagai proses penuaan dini [2].

Di dalam tubuh manusia terdapat senyawa yang dapat menahan radikal bebas yang disebut antioksidan. Antioksidan merupakan senyawa yang memiliki struktur molekul yang dapat memberikan elektronnya kepada molekul radikal bebas dan memutuskan rantai dalam radikal bebas. Antioksidan banyak ditemukan dalam makanan yang berasal dari tumbuh-tumbuhan [3].

Antioksidan berasal dari sumber tanaman berupa metabolit sekunder. Salah satunya yaitu senyawa fenolik yang berupa golongan flavonoid dengan fungsinya untuk meredam radikal bebas dan anti radikal bebas. Hal ini, menyebabkan banyak penelitian untuk menemukan obat herbal dari tanaman. Salah satu tanaman yang mengandung senyawa flavonoid adalah kulit jeruk keprok (*Citrus reticulata*).

Penelitian yang dilakukan Khotimah *et al.*, (2017) menyatakan bahwa ekstrak etanol kulit jeruk keprok (*Citrus reticulata*) mengandung senyawa metabolit sekunder berupa saponin, fenol, tannin, flavonoid, steroid dan triterpenoid. Senyawa metabolit sekunder yang ditemukan pada ekstrak kulit jeruk keprok (*Citrus reticulata*) merupakan senyawa antibakteri yang dapat menghambat pertumbuhan

SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I UNIVERSITAS NUSA CENDANA

Kupang, 31 Maret 2022

bakteri[4]. Menurut Arora dan Kaur (2013) menyatakan bahwa hasil analisis fitokimia ekstrak metanol kulit jeruk keprok mengandung senyawa metabolit sekunder antara lain alkaloid, tannin dan terpenoid[5].

METODE

Alat dan Bahan

Alat-alat yang akan digunakan pada penelitian adalah seperangkat alat-alat gelas, blender, steel head, kondensor, timbangan analitik, *grinder*, alat *rotary evaporator Buchii*, inkubator (Memert Jerman), *shaker* inkubator (Memert Jerman), filler, pipet ukur dan spektrofotometer UV-Vis.

Bahan-bahan yang akan digunakan pada penelitian ini adalah sampel (kulit jeruk keprok), Na₂SO₄ anhidrat (Meck), kloroform, aquades, alkohol 70%, asam klorida, asam klorida pekat, eter, asetat anhidrida, asam sulfat pekat, pereaksi FeCl₃, serbuk Mg, pereaksi mayer, kertas saring, tisu, NaCl steril 0,9%, *wrapping*, kapas, kain kassa, aluminium foil, pereaksi DPPH.

Prosedur kerja

Preparasi sampel kulit jeruk keprok (*Citrus reticulata*)

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah kulit jeruk keprok (*Citrus reticulata*) yang diambil dari Kabupaten Timor Tengah Selatan (TTS), Kecamatan Mollo Selatan Desa Kesetnana. Proses pengambilan sampel kulit jeruk keprok (*Citrus reticulata*) yaitu diambil buahnya dari tumbuhan pohon jeruk keprok yang sudah matang, kemudian dikupas kulit jeruk keprok lalu dicuci dengan air yang mengalir untuk menghilangkan kotoran atau debu yang menempel. Selanjutnya dipotong menjadi ukuran kecil tujuannya untuk mempermudah proses pengeringan. Proses pengeringan kulit jeruk keprok (*Citrus reticulata*) dilakukan dengan cara dikering anginkan selama 14 hari, tujuannya untuk mencegah kerusakan senyawa metabolit sekunder. Pengeringan selama 14 hari, sampel mengalami perubahan fisik, yaitu perubahan warna dari orange menjadi keabu-abuan akibat proses foto-oksidasi dan mengerut akibat pengurangan kadar air.

Pembuatan ekstrak kulit jeruk keprok (*Citrus reticulata*)

Metode ekstraksi yang digunakan dalam penelitian ini adalah maserasi atau dengan cara direndam pada suhu ruang untuk mengoptimalkan proses ekstraksi. Serbuk kulit jeruk keprok (*Citrus reticulata*) ditimbang masing-masing sebanyak 200 gram direndam dengan 1 liter kloroform dan 1 liter air selama 3x24 jam. Maserasi dilakukan selama 3x24 jam, bertujuan agar terjadi pemecahan dinding dan membran sel sehingga senyawa metabolit sekunder yang ada di sitoplasma dapat terlarut [6]. Setelah 3x24 jam, proses maserasi dihentikan dan dilakukan penyaringan untuk memisahkan ampas dan diperoleh maserat kloroform dan air kulit jeruk keprok. Maserat yang diperoleh selanjutnya dievaporasi menggunakan *Rotary evaporator* pada suhu 50^oC yang diatur di bawah suhu pelarut agar terhindar dari kerusakan senyawa aktif pada sampel [7]. Tujuan evaporasi adalah untuk memekatkan konsentrasi larutan ekstrak kental.

Identifikasi metabolit sekunder

Identifikasi kandungan metabolit sekunder pada ekstrak yang memiliki aktivitas yang dilakukan dengan uji warna sebagai berikut [8].

Uji Alkaloid

Pengujian senyawa alkaloid dilakukan dengan menggunakan jenis reagen/pereaksi yaitu pereaksi mayer dimana hasil positif yang dihasilkan yaitu endapan putih. Langkah awal dalam pengujian alkaloid yaitu masing-masing ekstrak kloroform dan air kulit jeruk keprok (*Citrus reticulata*) diambil 2 mL, dimasukkan ke dalam tabung reaksi kemudian ditambahkan pada masing-masing ekstrak 3 tetes larutan asam klorida pekat, dimana fungsi larutan ini untuk meningkatkan kelarutan alkaloid, karena senyawa alkaloid akan bereaksi dengan asam klorida dan akan membentuk garam yang mudah larut dalam air selain itu tujuan penambahan asam klorida adalah karena alkaloid bersifat basa sehingga biasanya diekstrak dengan pelarut yang mengandung asam.

Uji Flavonoid

Pengujian senyawa flavonoid pada ekstrak kloroform dan air kulit jeruk keprok (*Citrus reticulata*) yaitu diambil masing-masing 2 mL ekstrak kemudian dilakukan pemanasan karena sebagian besar golongan flavonoid dapat larut dalam air panas. Selanjutnya ditambahkan 0,1 gram

SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I UNIVERSITAS NUSA CENDANA

Kupang, 31 Maret 2022

logam magnesium pada masing-masing ekstrak kemudian ditambahkan tetes demi tetes larutan asam klorida pekat. Jika masing-masing larutan terbentuk warna kuning jingga sampai merah, maka positif mengandung flavonoid.

Uji Saponin

Pengujian senyawa saponin pada ekstrak kloroform dan air kulit jeruk keprok (*Citrus reticulata*) yaitu diambil masing-masing 2 mL ekstrak kemudian dilarutkan dalam aquades pada tabung reaksi dan dipanaskan dalam penangas air 50°C selama 5 menit dikocok selama 15 menit. Jika terbentuk busa dan tetap stabil selama 15 menit menunjukkan adanya senyawa saponin.

Uji Terpenoid

Pengujian senyawa terpenoid pada ekstrak kloroform dan air kulit jeruk keprok (*Citrus reticulata*) yaitu diambil masing-masing 2 mL ekstrak kemudian masing-masing ekstrak ditambahkan 3 tetes HCl pekat dan 1 tetes H₂SO₄ pekat. Jika masing-masing larutan terbentuk warna merah atau ungu maka positif mengandung terpenoid.

Uji Steroid

Pengujian senyawa steroid pada ekstrak kloroform dan air kulit jeruk keprok (*Citrus reticulata*) yaitu diambil masing-masing 2 mL ekstrak kemudian masing-masing ekstrak ditambahkan 3 tetes HCl pekat dan 1 tetes H₂SO₄ pekat. Jika masing-masing larutan terbentuk warna hijau maka positif mengandung steroid.

Uji Aktivitas Antioksidan

Pengujian aktivitas antioksidan dengan metode DPPH meliputi, penyiapan Larutan sampel, penyiapan larutan vitamin C, penyiapan larutan DPPH, optimasi panjang gelombang DPPH dan penetapan IC₅₀ pada masing-masing sampel.

Penyiapan Larutan 1,1-Difenil-2-Pikrihidrazil (DPPH)

Ditimbang serbuk DPPH 1,9716 mg dan dimasukkan ke dalam labu ukur 50 mL lalu ditambahkan etanol sampai tanda batas, ditutup dengan aluminium foil dan dijaga agar terlindung dari cahaya serta harus dalam temperatur rendah.

Penyiapan Larutan Induk Ekstrak Kloroform dan Air

Ditimbang masing-masing ekstrak kloroform dan air sebanyak 5 mg lalu dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL kemudian diencerkan dengan etanol sampai tanda batas. Larutan yang diperoleh adalah larutan induk ekstrak kloroform dan air dengan konsentrasi 100 ppm. Dari larutan induk 100 ppm tersebut kemudian diencerkan lagi menjadi 12,5 ppm, 25 ppm, 50 ppm dan 100 ppm.

Pembuatan Larutan Pembanding Asam Askorbat

Larutan asam askorbat murni dibuat dengan menimbang 5 mg serbuk asam askorbat kemudian dilarutkan dengan pelarut etanol dalam labu 100 mL kemudian dibuat variasi konsentrasi 1,25 ppm, 2,5 ppm, 3,75 ppm dan 5 ppm yang dibuat dengan labu 100 mL.

Penentuan Panjang Gelombang Maksimum Larutan 1,1-Difenil-2-Pikrihidrazil (DPPH)

Dipipet 2 mL larutan DPPH kedalam kuvet, selanjutnya diukur absorbansinya dengan spectrometer UV-Vis pada panjang gelombang 400-800 nm (Panjang gelombang maksimum ditentukan dengan melihat nilai absorbansi yang paling tinggi pada panjang gelombang 400-800 nm).

Pengukuran Absorbansi Larutan Pembanding Asam Askorbat

Dipipet 2 mL dari masing-masing konsentrasi, yaitu 1,25 ppm, 2,5 ppm, 3,75 ppm dan 5 ppm ke dalam tabung reaksi kemudian ditambahkan 2 mL DPPH 100 ppm dan dihomogenkan. Kemudian diinkubasi pada suhu kamar selama 30 menit, selanjutnya dipipet ke dalam kuvet lalu diukur absorbansinya pada instrument dengan panjang gelombang maksimum.

Pengukuran Absorbansi Larutan Ekstrak Kloroform Dan Air Kulit Jeruk Keprok (*Citrus reticulata*)

Dipipet 2 mL dari masing-masing konsentrasi, yaitu 12,5 ppm, 25 ppm, 50 ppm dan 100 ppm ke dalam tabung reaksi kemudian ditambahkan 2 mL DPPH 100 ppm dan dihomogenkan. Kemudian diinkubasi pada suhu kamar selama 30 menit, selanjutnya dipipet ke dalam kuvet lalu diukur absorbansinya pada instrument dengan panjang gelombang maksimum.

Analisis data

Dari data absorbansi yang diperoleh dapat dihitung kapasitas anti radikal bebasnya dengan menggunakan rumus:

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA**

Kupang, 31 Maret 2022

$$\text{inhibisi (\%)} = \frac{(\text{Abs Blanko} - \text{Abs Sampel})}{\text{Absorbansi Blanko}} (100\%) \quad (1)$$

Dari % inhibisi yang diperoleh, kemudian ditentukan nilai IC₅₀ yang menyatakan besarnya konsentrasi sampel yang mampu menghambat aktivitas radikal bebas DPPH sebesar 50%. Nilai IC₅₀ dihitung dari kurva regresi linier antara % inhibisi dengan konsentrasi.

Setelah didapatkan % inhibisi dari masing-masing konsentrasi, persamaannya adalah $y = ax + b$, ditentukan dengan perhitungan regresi linier dimana x adalah konsentrasi (ppm) dan y adalah % inhibisi. Aktivitas antioksidan dinyatakan dengan *Inhibition Concentration 50%* (IC₅₀) yaitu konsentrasi sampel yang dapat meredam radikal DPPH sebanyak 50%. Nilai IC₅₀ didapatkan dari nilai x setelah menggantikan y dengan 50.

Data antioksidan pada radikal DPPH (% penghambatan) ekstrak kloroform dan akuades kulit jeruk keprok (*Citrus reticulata*) dianalisis dan dihitung nilai IC₅₀. Semakin kecil nilai IC₅₀ maka aktivitas antioksidan semakin kuat. Pada penelitian ini nilai IC₅₀ dianalisis dan dihitung menggunakan persamaan regresi linear.

$$y = ax + b \quad (2)$$

Keterangan :

y = Persentase aktivitas antioksidan

x = Konsentrasi larutan uji

a = Tetapan slope

b = Tetapan intersep

Hasil perhitungan dimasukkan ke dalam persamaan regresi dengan konsentrasi ekstrak sebagai absis (sumbu x) dan nilai persentase peredaman (aktivitas antioksidan) sebagai ordinatnya (sumbu y). Hasil analisis regresi linear berupa nilai x, dimasukkan ke dalam rumus $IC_{50} = \text{antilog } x$ dan ditentukan tingkat kekuatan antioksidan (Hidajat, 2005).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ekstrak Kloroform dan Air Kulit Jeruk Keprok (*Citrus reticulata*)

Ekstrak yang diperoleh berupa ekstrak kental yaitu untuk ekstrak kloroform sebanyak 2,86 gram dan ekstrak air sebanyak 5,28 gram. Hasil perhitungan rendemen dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Persen (%) rendemen ekstrak kloroform dan air kulit jeruk keprok (*Citrus reticulata*)

Berat Sampel (gram)	rutan pengestrak	Volume Pelarut (mL)	Berat Ekstraksi Setelah di Evaporasi (gram)	Rendemen (%)
200	Kloroform	1000	2,86	1,43
200	Air	1000	5,28	2,64

Perbedaan jenis pelarut mempengaruhi jumlah rendemen. Hasil perhitungan rendemen ekstrak kulit jeruk keprok tertinggi diperoleh menggunakan pelarut air yaitu 2,64% sedangkan rendemen terendah terdapat pada pelarut kloroform yaitu 1,43%. Pelarut air memiliki rendemen yang tinggi karena bersifat polar sehingga mampu membentuk ikatan hidrogen dengan senyawa polar yang terdapat pada sampel. Sedangkan pelarut kloroform memiliki rendemen rendah karena bersifat non polar sehingga dapat membentuk ikatan dipol-dipol dengan senyawa polar yang terdapat pada sampel.

Pengujian Fitokimia Senyawa Metabolit Sekunder

Tabel 2. Hasil pengujian metabolit sekunder ekstrak kloroform dan air kulit jeruk keprok (*Citrus reticulata*)

Metabolit Sekunder	Metode Pengujian	Ekstrak Kloroform	Ekstrak Air
Alkaloid	am klorida pekat, Reagen Mayer	Positif (+)	Positif (+)
Flavonoid	Logam Mg, HCl pekat	Positif (+)	Positif (+)
Saponin	Aquades	Positif (+)	Negatif (-)

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA**

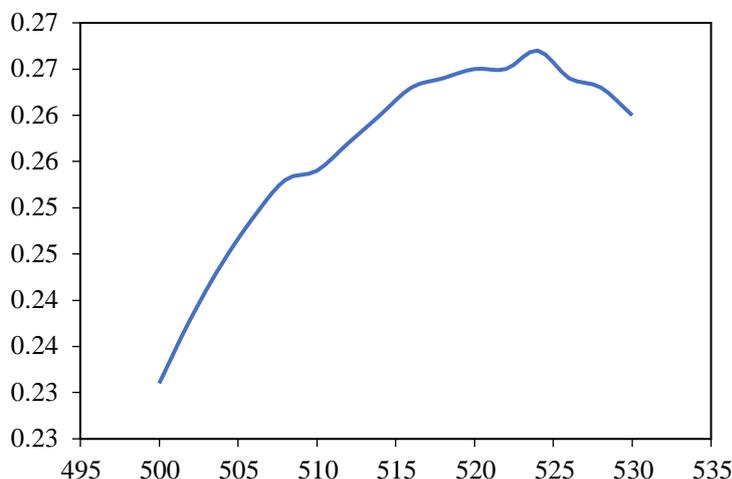
Kupang, 31 Maret 2022

Terpenoid	HCl pekat, H ₂ SO ₄ pekat	Negatif (-)	Positif (+)
Steroid	HCl pekat, H ₂ SO ₄ pekat	Positif (+)	Negatif (-)

Aktivitas Antioksidan

Pengujian aktivitas antioksidan dilakukan dengan cara menggunakan spektrofotometri UV-Vis. Hasil uji dilaporkan sebagai IC₅₀. IC₅₀ digunakan untuk menginterpretasikan hasil dari pengujian DPPH. Nilai IC₅₀ dinyatakan sebagai konsentrasi ekstrak yang dapat menyebabkan berkurangnya 50% aktivitas DPPH. Semakin kecil nilai IC₅₀ berarti aktivitas antioksidannya semakin tinggi. Senyawa yang memiliki aktivitas antioksidan akan mendonorkan atom hidrogenya untuk berikatan dengan DPPH membentuk DPPH tereduksi yang ditandai dengan kehilangan warna ungu menjadi kuning pucat disertai dengan penurunan nilai absorbansi.

Tahapan awal yang dilakukan adalah pembuatan larutan induk DPPH 0,1 mM yang digunakan dalam pengujian aktivitas antioksidan ekstrak dan pembanding asam askorbat. Pembuatan larutan ekstrak dan pembanding asam askorbat dibuat dengan empat konsentrasi yang meningkat dengan didasarkan pada penggunaan metode regresi dalam pembuatan persamaan garis yang didasarkan pada nilai absorbansi dan konsentrasi yang meningkat agar dapat memberikan serapan linear. Berdasarkan hasil pengamatan visual, tampak bahwa ekstrak dan pembanding yang direaksikan dengan DPPH mengalami perubahan yang berarti, yaitu dari ungu menjadi kuning pucat seiring bertambahnya konsentrasi setelah di inkubasi selama 30 menit. Perubahan warna menyebabkan penurunan nilai absorbansi radikal bebas DPPH, sehingga semakin rendah nilai absorbansi semakin tinggi antioksidannya. DPPH yang bereaksi dengan senyawa antioksidan akan menghasilkan DPPH tereduksi dan radikal antioksidan [10]. Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak dan asam askorbat memiliki aktivitas antioksidan. Untuk mempertegas hasil pengamatan secara visual, maka diperlukan suatu parameter, yakni penentuan nilai *Inhibition Concentration* (IC₅₀) dengan menganalisis besarnya absorbansi ekstrak dan pembanding yang telah diinkubasi dengan menggunakan spektrofotometri UV-Vis. Penentuan nilai *Inhibition Concentration* (IC₅₀) diawali dengan pengukuran panjang gelombang maksimum larutan DPPH 0,1 mM. Berikutnya adalah grafik panjang gelombang maksimum:



Grafik 1. Serapan Maksimum DPPH Pada Panjang Gelombang Cahaya Tampak

Tabel 3. Keterangan Serapan Maksimum DPPH Pada Panjang Gelombang Cahaya Tampak

Panjang gelombang (nm)	Absorbansi	Panjang gelombang (nm)	Absorbansi
500	0,231	516	0,263
502	0,238	518	0,264
504	0,244	520	0,265
506	0,249	522	0,265
508	0,253	524	0,267
510	0,254	526	0,264

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA**

Kupang, 31 Maret 2022

512	0,257	528	0,263
514	0,260	530	0,260

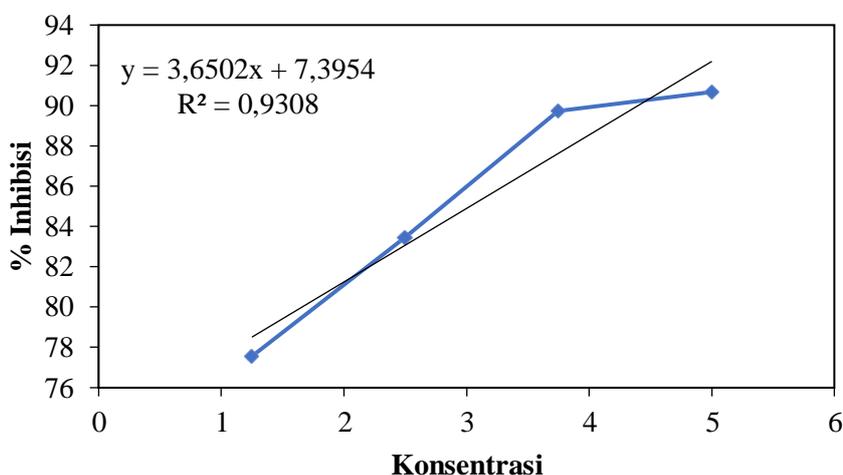
Berdasarkan tabel dan grafik di atas larutan DPPH 0,1 mM memiliki absorbansi maksimum 0,267 dipanjang gelombang 524 nm, dan berada pada daerah *visible*. Penentuan panjang gelombang maksimum ini bertujuan untuk menentukan panjang gelombang pada saat senyawa yang ingin diukur memberikan absorbansi yang optimum. *1,1-Difenil-2-Pikrihidrazil* (DPPH) umumnya memiliki absorbansi maksimum pada panjang gelombang 515 nm sampai 520 nm [11]

Absorbansi Larutan Pembanding Asam Askorbat

Pengukuran absorbansi larutan pembanding asam askorbat dilakukan untuk mengetahui besar peredaman yang diberikan oleh asam askorbat sebagai antioksidan murni pada DPPH yang adalah senyawa radikal bebas. Asam askorbat digunakan sebagai pembanding karena berfungsi sebagai antioksidan sekunder, yaitu menangkap radikan bebas, mencegah terjadinya reaksi berantai, aktivitas antioksidannya sangat tinggi, mudah diperoleh, lebih polar dari vitamin yang lain dan mempunyai gugus hidroksil yang bertindak sebagai penangkap radikal bebas [12]. Berikutnya adalah data-data hasil pengukuran asam askorbat.

Tabel 4. Data Hasil Pengukuran dan Perhitungan Absorbansi Asam Askorbat

Jenis Larutan	Konsentrasi (ppm) X	Max (nm)	Absorbansi		% Inhibisi (Y)	Persamaan Regresi Linear	IC ₅₀
			Blanko	Sampel			
Asam Askorbat	1,25	524	0,526	0,118	77,5665	Y=3,6502x+7,3954 R ² = 0,9308	11,67
	2,5		0,526	0,087	83,4600		
	3,75		0,526	0,054	89,1330		
	5		0,526	0,049	90,6844		



Grafik 2. Kurva Konsentrasi dan % Inhibisi Larutan Asam Askorbat

Dengan melakukan analisis data diperoleh nilai IC₅₀ sebesar 11,67 ppm. Ini menunjukkan bahwa asam askorbat memiliki aktivitas antioksidan yang sangat kuat. Menurut Melyneux (2004), suatu senyawa dikatakan sebagai antioksidan yang sangat kuat apabila nilai IC₅₀ kurang dari 50 mg/L, kuat apabila nilai IC₅₀ 50-100 mg/L, sedang apabila nilai IC₅₀ 100-150 mg/L, lemah apabila nilai IC₅₀ 150-200 mg/L dan sangat lemah apabila nilai IC₅₀ lebih dari 200 mg/L. Berdasarkan data-data di atas menunjukkan bahwa dengan adanya peningkatan konsentrasi larutan asam askorbat menyebabkan nilai absorbansi yang dihasilkan pun menurun. Hal itu disebabkan oleh semakin besar konsentrasi larutan

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA**

Kupang, 31 Maret 2022

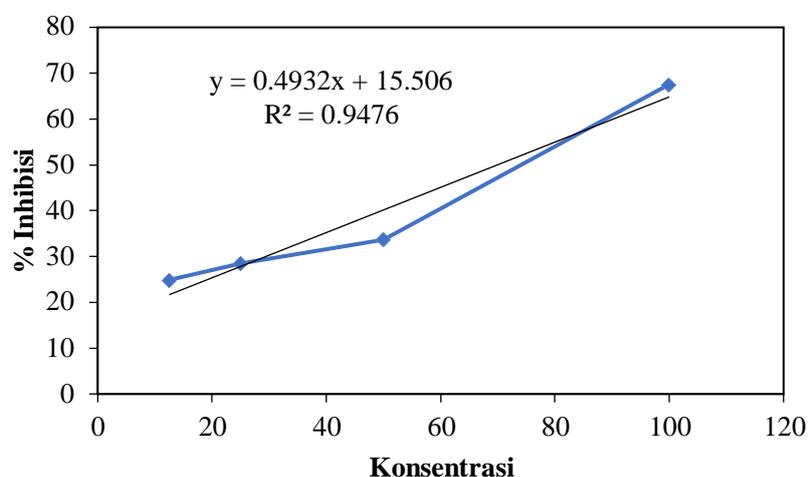
asam askorbat, maka akan semakin banyak elektron yang didonor kepada radikal DPPH sehingga berdampak pada penurunan nilai absorbansi karena warna DPPH yang memudar. Peningkatan konsentrasi juga memberikan dampak peningkatan % inhibisi.

Absorbansi Ekstrak Kloroform dan Air Kulit Jeruk Keprok (*Citrus reticulata*)

a) Data-data hasil pengukuran dan perhitungan absorbansi ekstrak kloroform dapat dilihat bawah ini.

Tabel 5. Data Hasil Pengukuran dan Perhitungan Absorbansi Ekstrak Kloroform Kulit Jeruk Keprok (*Citrus reticulata*)

Jenis Larutan	Konsentrasi (ppm) X	Max (nm)	Absorbansi		Inhibisi (Y)	Persamaan Regresi Linear	IC ₅₀
			Blanko	Sampel			
Ekstrak Kloroform Kulit Jeruk Keprok	12,5	524	0,422	0,317	24,8815	Y=0,4932x+15,506 R ² =0,9476	69,94
	25		0,422	0,302	28,4360		
	50		0,422	0,280	33,6492		
	100		0,422	0,237	67,5355		

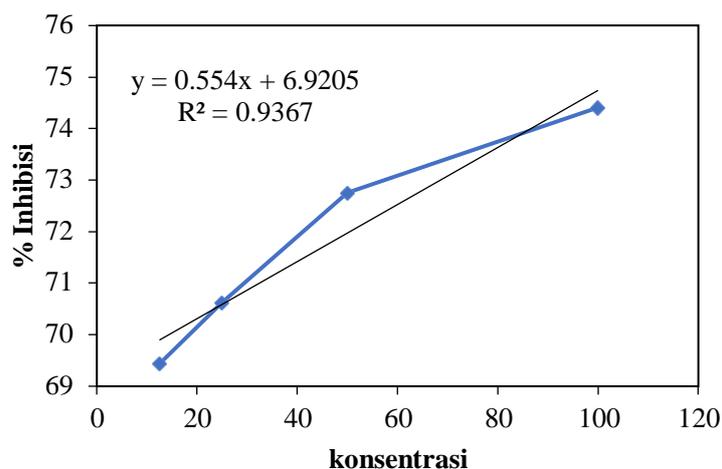


Grafik 3. Kurva Konsentrasi dan % Inhibisi Larutan Ekstrak Kloroform Kulit Jeruk Keprok (*Citrus reticulata*)

b) Data-data hasil pengukuran dan perhitungan absorbansi ekstrak air dapat dilihat bawah ini.

Tabel 6. Data Hasil Pengukuran dan Perhitungan Absorbansi Ekstrak Air Kulit Jeruk Keprok (*Citrus reticulata*)

Jenis Larutan	Konsentrasi (ppm) X	Max (nm)	Absorbansi		% Inhibisi (Y)	Persamaan Regresi Linear	IC ₅₀
			Blanko	Sampel			
Ekstrak Air Kulit Jeruk Keprok	12,5	524	0,422	0,129	69,4312	Y=0,554x+6,9205 R ² =0,9367	77,76
	25		0,422	0,124	70,6161		
	50		0,422	0,115	72,7488		
	100		0,422	0,108	74,4075		



Grafik 4. Kurva Konsentrasi dan % Inhibisi Larutan Ekstrak Air Kulit Jeruk Keprok (*Citrus reticulata*)

Dari data-data ekstrak kloroform dan air kulit jeruk keprok (*Citrus reticulata*), menunjukkan bahwa masing-masing larutan uji mempunyai kemampuan untuk menangkal radikal bebas. Berdasarkan perhitungan menggunakan persamaan regresi linear diperoleh nilai IC_{50} untuk ekstrak kloroform kulit jeruk keprok sebesar 69,94 ppm dan untuk ekstrak air kulit jeruk keprok diperoleh nilai IC_{50} sebesar 77,76 ppm. Masing-masing ekstrak menunjukkan adanya aktivitas antioksidan yang kuat, karena masing-masing sampel memiliki nilai IC_{50} berkisar antara 50 ppm sampai 100 ppm. Kemampuan masing-masing ekstrak mereduksi DPPH seiring dengan peningkatan konsentrasi dapat diperkirakan bahwa dalam masing-masing ekstrak terdapat senyawa antioksidan. Semakin besar konsentrasi ekstrak maka semakin banyak senyawa antioksidan yang menyumbangkan elektron kepada radikal DPPH sehingga berdampak pada penurunan absorbansi, peningkatan nilai % inhibisi dan perubahan warna yang semakin memudar. DPPH yang bereaksi dengan senyawa antioksidan akan menghasilkan DPPH tereduksi dan radikal antioksidan [10].

Hasil Penentuan Nilai *Inhibition Concentration* (IC_{50}) Asam Askorbat dan Ekstrak Kloroform dan Air Kulit Jeruk Keprok (*Citrus reticulata*)

Parameter yang dipakai untuk menunjukkan aktivitas antioksidan adalah *Inhibition Concentration* (IC_{50}) yaitu konsentrasi suatu zat antioksidan yang dapat menyebabkan 50% DPPH kehilangan karakter radikal atau konsentrasi suatu zat antioksidan yang memberikan persen penghambat 50% [13]. Berdasarkan penentuan nilai IC_{50} pada asam askorbat dan ekstrak kloroform dan air kulit jeruk keprok dengan menggunakan persamaan regresi linear menunjukkan bahwa nilai IC_{50} asam askorbat lebih kecil, yaitu 11,67 ppm sedangkan ekstrak kloroform sebesar 69,94 ppm dan ekstrak air sebesar 77,76 ppm sehingga asam askorbat dinyatakan sebagai antioksidan yang sangat kuat dan masing-masing ekstraknya tergolong kuat. Asam askorbat dikatakan sangat kuat karena memiliki gugus hidroksil yang mampu menyumbangkan satu proton kepada radikal DPPH. Sedangkan pada masing-masing ekstrak dikatakan sebagai antioksidan kuat namun, belum diketahui secara spesifik dari golongan metabolit sekunder apa saja yang memberikan aktivitas antioksidan dalam masing-masing ekstrak. Beberapa senyawa turunan metabolit sekunder memiliki aktivitas antioksidan. Salah satu yang paling banyak adalah flavonoid. Flavonoid aktif dalam menangkal radikal bebas ditentukan dari adanya gugus fungsi hidroksi [14]. Senyawa flavonoid yang bersifat antioksidan diantaranya katekin, flavon, flavanon, flavanol, kalkon dan isoflavon [15]. Hal tersebut disebabkan oleh adanya gugus fungsi hidroksil (-OH) bebas dan ikatan rangkap terkonjugasi yang terdapat pada flavonoid yang dapat bertindak sebagai antioksidan [16]. Selain itu senyawa fenolik juga mampu mendonorkan radikal hidrogen untuk menetralkan radikal bebas dan radikal fenolik yang terbentuk akan terstabilkan oleh resonansi [17].

SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I UNIVERSITAS NUSA CENDANA

Kupang, 31 Maret 2022

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari penelitian dan analisis data yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa senyawa metabolit sekunder yang terdapat dalam ekstrak kloroform kulit jeruk keprok (*Citrus reticulata*) adalah mengandung senyawa alkaloid, flavonoid, saponin dan steroid, sedangkan dalam ekstrak air adalah mengandung senyawa alkaloid, flavonoid dan terpenoid. Ekstrak kloroform dan air kulit jeruk keprok (*Citrus reticulata*) memiliki aktivitas antioksidan yang tergolong kuat dengan nilai IC₅₀ masing-masing 69,94 dan 77,76 ppm.

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan meneliti kandungan senyawa metabolit sekunder ekstrak kulit jeruk keprok (*Citrus reticulata*) dengan menggunakan beberapa pelarut dan peranannya untuk obat tradisional. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan beberapa metode yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Mukarromah, Baitul. 2010. Dampak Radikal Bebas dan Antioksidan Terhadap Kesehatan Tubuh, (Online). <http://blog.unnes.ac.id/sitibaitul/archives/33.com> (Diakses 03 Januari 2012).
- [2] Sinly. 2008. Antioksidan Alami Di Sekitar Kita (Online) http://www.chemistry.org/artikel_kimia/kimia_pangan/antioksidan-alami-di-sekitar-kita.com (Diakses tanggal 08 Oktober 20120).
- [3] Yuliarti, Nurheti. 2008. Racun di Sekitar Kita. Penerbit ANDI, Yogyakarta.
- [4] Khotimah K, Rahmawati, Mukarlina. Aktivitas Antifungi Ekstrak Etanol Kulit Buah Jeruk Saim Terhadap *Phytophthora sp.* Im₅ Dari Pangkal Batang Tanaman Jeruk Saim. (*Citrus nobilis var. Microcarpa*). Jurnal Protobiont. 2017; 6(3):190.
- [5] Arora, M dan Kaur, P. 2013. Phytochemical Screening of Orange Peel and Pulp, *IJRT*. 12(2): 517-522.
- [6] Baraja, M. 2008. Uji Toksisitas Daun *Ficus Elastic Nois Ex Lume Terhadap Artemia Salina Leach Profil Kromotografi Lapis Tipis*. Skripsi: Surakarta: Fakultas Farmasi Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- [7] Fatmawati, Andy. 2015. Uji Aktivitas Ekstrak Karang Lunak *Sarcophyton Sp. Terhadap Staphylococcus Aureus*. Akademi Analisis Kesehatan Muhammadiyah Makassar.
- [8] Harborne, J.B. 1987. Metoda Fitokimia Penuntun Cara Menganalisa Tumbuhan. Edisi II, ITB, Bandung.
- [9] Hidajat, B. 2005. *Penggunaan Antioksidan Pada Anak. Artikel Kimia*. Fakultas Kedokteran Airlangga. Surabaya.
- [10] Sulandi, A. (2013). Aktivitas Antioksidan Ekstrak Kloroform Buah Lakum (*Cayratya trifolii*). Dengan Metode DPPH. *Naskah Publikasi*. Pontianak Program Studi Farmasi Fakultas Kedokteran Universitas Tanjungpura.
- [11] Molyneux, P. 2004. The Used Of The Stable Free Radical *Diphenylpicryl-Hidrazil* (DPPH) for Estimating Antioxidan Activity. *Songklanakarinn Journal of science and Tecnology*. 26(2): 211-219.
- [12] Isnindar, Wahyuono, S. (2011). Isolasi dan Identifikasi Senyawa Antioksidan Daun Kesemek (*Diospyros Kaki Thumb*) Dengan Metode DPPH (*1,1-Difenil-2-Pikrihidrazil*). *Majalah Obat Tradisional* 16(3) 157-164.
- [13] Suratmo. 2009. Potensi Ekstrak Daun Siri Merah (*Piper crocatum*) Sebagai Antioksidan. *BSS*. 205(1): 1-5.
- [14] Djatmiko., Suhardjono., dan Nungroho, A.E. 1998. Uji Fraklinik Efek Farmakologi dan Kisaran Dosis Jamu Tensigard Sebagai Obat Antihipertensis. *Majalah Farmasi Indonesia* 12(1): 38-49.
- [15] Markham, K. R., 1988, *Techniques of Flavonoids Identification*, diterjemahkan oleh Kosasih Padmawinata, ITB, Bandung.
- [16] Parwata, I. Rita, W.S. dan Yoga, R. 2009. Isolasi dan Uji Antiradikal Bebas Minyak Atsiri Pada Daun Sirih (*Piper Betle Linn*) Secara Spektroskopi Ultra Violet-Tampak. *Jurnal Kimia*, 3: 7-13.
- [17] Prabawati, S.Y., Setiwan, A.F. dan Agustina, A.F. 2012. Sintesis Senyawa 1,4-Bis[(2-Hidroksi-3-Metoksi-5-Formaldehid-Fenil)-Metil] Piperazin Dari Bahan Dasar Fanilin dan Uji Aktivitasnya Sebagai Zat Antioksidan. *Jurnal Kimia*, 8: 30-43.

SINTESIS ZEOLIT DARI SILIKA SEBAGAI KATALIS DALAM PEMBUATAN BIODIESEL DARI MINYAK JELANTAH

Anansia Siena, Sherly M. F. Ledoh, Fidelis Nitti, Febri O. Nitbani, Hermania Em Wogo

Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana,

Jln. Adisucipto, Kota Kupang, 85001, Indonesia

E-mail: anansiasiena@gmail.com

Abstrak

Telah dilakukan transesterifikasi minyak jelantah menjadi biodiesel dengan menggunakan katalis zeolit sintesis dari sekam padi. Zeolit diperoleh melalui beberapa tahapan, yakni pembuatan natrium silikat, pembuatan natrium aluminat dan sintesis zeolit dengan mereaksikan natrium silikat dan natrium aluminat. Selanjutnya, biodiesel diperoleh melalui reaksi transesterifikasi antara minyak goreng sisa pakai dan metanol yang dikatalisis oleh 1%-w zeolit sintesis. Zeolit hasil sintesis dikarakterisasi menggunakan FTIR dan XRD untuk mengetahui gugus fungsi, struktur dan jenis mineral yang tersusun dalam zeolit. Sedangkan, untuk mengetahui karakteristik biodiesel maka dilakukan pengujian terhadap beberapa sifat penting yang mempengaruhi karakteristik biodiesel, antara lain: densitas, viskositas, kadar air dan bilangan asam. Hasil karakterisasi FTIR menunjukkan bahwa zeolit sintesis yang diperoleh memiliki beberapa gugus fungsi pembentuk zeolit seperti silika dan alumina dan berdasarkan hasil analisis XRD, zeolit hasil sintesis memiliki fase kristal dominan dan menunjukkan kemiripan pola difraktogram yang dimiliki oleh zeolit tipe Y. Sementara itu, biodiesel yang dibuat dengan perbandingan minyak jelantah: metanol (1:4) memperoleh nilai rendemen sebesar 89,05%, densitas 0,8 g/mL, viskositas kinematik 5,9928 Cst, bilangan asam 0,0195 mg-KOH/g, dan kadar air 0,053%. Nilai uji semua parameter fisik ini menunjukkan bahwa biodiesel dalam penelitian ini memenuhi SNI biodiesel.

Kata kunci: *Zeolit Sintesis, Sekam Padi, Katalis, Biodiesel, Minyak Jelantah*

Abstract

The transesterification of used cooking oil into biodiesel has been carried out using synthetic zeolite catalyst prepared from rice husks. Zeolite was prepared through several stages including the manufacture of sodium silica, the manufacture of sodium aluminate, and the synthesis of zeolite by reacting sodium silica and sodium aluminate. Biodiesel was obtained through transesterification reaction between used cooking oil and methanol with the use of 1%-w synthetic zeolite as the catalyst. The synthesized zeolite was characterized using FTIR and XRD to determine the functional groups, structures, and types of minerals composed in the zeolite. To determine the characteristics of biodiesel, several important properties that affect the characteristics of biodiesel are tested including density, viscosity, water content, and acid number. The results of FTIR characterization showed that the synthetic zeolite had several zeolite-forming functional groups such as silica and alumina and the results of XRD analysis indicated that the synthetic zeolite had a dominant crystalline phase with similar diffractogram pattern compared to Y zeolite. Biodiesel produced using 1:4 as the ratio of used cooking oil: methanol had 89.05% yield, 0.8 g/mL density, 5.9928 Cst kinematic viscosity, 0.0195 mg-KOH/g acid number, and 0.053. % water content. The test values for all these physical parameters indicate that the biodiesel produced in this research was in accordance with the characteristic of biodiesel shown in the SNI biodiesel.

Keywords: *Synthetic Zeolite, Rice Husk, Catalyst, Biodiesel, Cooking Oil*

PENDAHULUAN

Zeolit merupakan salah satu mineral yang banyak ditemukan di Indonesia dengan bentuk yang hampir murni dan relatif murah. Zeolit dapat dimodifikasi sesuai dengan keperluan pemakai dan dapat digunakan untuk tujuan tertentu seperti penukar ion, adsorben dan katalisator dikarenakan struktur kristal zeolit mudah diatur. Zeolit dapat disintesis dari material yang memiliki kandungan silika tinggi. Menurut penelitian Prasad dkk. [1], kandungan silika dalam abu sekam padi yang merupakan produk utama pertanian di Indonesia adalah 85-97 %. Namun, pemanfaatannya belum optimal walaupun sudah cukup banyak penelitian dengan menggunakan abu sekam padi seperti adsorben, plastik, hingga jadi bahan antibakteri. Penelitian lain tentang sintesis zeolit dengan bahan baku abu sekam padi

SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I UNIVERSITAS NUSA CENDANA

Kupang, 31 Maret 2022

dilakukan pula oleh Putriani [2] sebagai adsorben logam timbal (Pb) dengan penambahan *Surfactan Sodium Dodecyl Benzene Sulfonate*. Sehingga, dalam penelitian ini sekam padi digunakan sebagai sumber silika dalam menyintesis zeolit.

Seperti dijelaskan sebelumnya bahwa zeolit dapat berperan sebagai katalisator. Kemampuan zeolit sebagai katalis berkaitan dengan tersedianya pusat aktif dalam saluran antar zeolit. Zeolit sebagai katalis anorganik memiliki keunggulan diantaranya dapat mempertahankan aktivitas tinggi pada siklus berlipat ganda, mudah diregenerasi dan bekerja pada rentang temperatur yang luas serta efektif beroperasi pada kondisi asam [3]. Zeolit telah banyak dimanfaatkan sebagai katalis heterogen dalam produksi biodiesel. Singh dkk. [4] telah melakukan sintesis biodiesel dari minyak jarak dan minyak bunga matahari dengan katalis zeolit yang diimbangkan oksida ZnO. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa ZnO/Zeolit lebih baik untuk reaksi esterifikasi dan transesterifikasi untuk minyak dengan kadar FFA yang tinggi seperti minyak jarak. Dalam penelitian ini zeolit yang sumber silikanya disintesis dari abu sekam padi akan digunakan sebagai katalis dalam pembuatan biodiesel dari minyak jelantah. Dalam kasus ini zeolit menjadi katalis heterogen yang memudahkan pemisahan dan lebih ekonomis.

Pada tahun 2008, Indonesia telah mengimpor BBM mencapai 153 juta barrel [5]. Oleh karena itu, pengembangan bahan bakar alternatif ramah lingkungan menjadi satu-satunya solusi paling tepat untuk mengatasi masalah ini. Langkah alternatif ini salah satunya dilakukan melalui penerapan biodiesel yang merupakan bahan bakar terbarukan berbahan baku lemak hewani maupun nabati berupa metil ester asam lemak (*Fatty Acid Methyl Ester/FAME*). Salah satu kekurangan biodiesel adalah harganya yang lebih mahal jika dibandingkan bahan bakar solar. Dengan demikian, penggunaan bahan baku yang melimpah dan murah menjadi alternatif untuk menekan biaya produksi biodiesel. Minyak jelantah adalah salah satu bahan baku pembuatan biodiesel yang melimpah. Potensi minyak jelantah meningkat seiring meningkatnya konsumsi minyak goreng. Di era kini, minyak jelantah masih banyak digunakan dalam pengolahan bahan makanan. Hal ini tentu membahayakan kesehatan karena trigliserida yang ada sudah mengalami kerusakan dan bersifat karsinogenik (penyebab kanker). Sehingga pengolahan minyak jelantah menjadi biodiesel menjadi salah satu alternatif yang perlu dikaji dalam pemanfaatan minyak jelantah.

Ketersediaan minyak jelantah dan sekam padi yang melimpah membuat Indonesia berpotensi memproduksi biodiesel dengan biaya produksi terjangkau. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik zeolit dan biodiesel hasil sintesis.

METODE

Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah minyak goreng bekas yang dibuat sendiri, metanol, asam klorida, akuades, NaOH, Al (OH)₃, kertas saring dan abu sekam padi. Sedangkan, alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah oven, ayakan, *magnetic stirrer*, tanur, gelas kimia, gelas ukur, corong pisah, *autoclave*, FTIR dan XRD, piknometer, cawan petri, viskometer ostwald, *bulp*, pemanas, pengaduk, labu erlenmeyer, dan indikator PH.

Prosedur Kerja

Preparasi Abu Sekam Padi

Sekam padi dibersihkan dari pengotor dan dikeringkan di bawah sinar matahari serta dioven pada suhu 105°C selama 2 jam. Sekam padi diabukan dalam tanur pada suhu 600 °C selama 4 jam. Abu sekam padi diayak menggunakan ayakan. Abu sekam padi kemudian ditimbang sebanyak 60 gram, dicampurkan dengan 250 mL asam klorida (HCl) 2 M dan direndam selama 4 jam kemudian disaring dan dicuci dengan akuades sampai pH netral. Padatan yang dihasilkan kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 105 °C selama 8 jam [6].

Pembuatan Natrium Silikat (Na₂SiO₃)

Abu sekam padi sebanyak 30,003 gram ditambah dengan 300 mL natrium hidroksida (NaOH) 6 M, kemudian campuran dipanaskan pada suhu 80°C selama 2 jam. Selanjutnya larutan disaring sehingga diperoleh larutan natrium silikat [6].

Pembuatan Natrium Aluminat (NaAl₂O₃)

Natrium hidroksida (NaOH) sebanyak 36,03 gram dilarutkan dalam 300 mL akuades dan

SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I UNIVERSITAS NUSA CENDANA

Kupang, 31 Maret 2022

dipanaskan, kemudian ditambahkan 15 gram $\text{Al}(\text{OH})_3$ sedikit demi sedikit sambil dilakukan pengadukan. Sehingga terbentuk larutan natrium aluminat [6].

Sintesis dan Karakterisasi Zeolit

Sintesis zeolit dilakukan dengan cara larutan natrium silikat direaksikan dengan larutan natrium aluminat dalam *autoclave* dan dipanaskan dengan oven pada suhu 160°C selama 7 jam [7]. Zeolit yang dihasilkan kemudian dikarakterisasi menggunakan FTIR dan XRD.

Preparasi Minyak Jelantah

Minyak jelantah dipanaskan pada suhu $100\text{--}120^\circ\text{C}$ untuk menguapkan air. Kemudian disaring dengan kertas saring untuk memisahkan minyak dengan pengotor padat yang berukuran besar. Lapisan minyak yang cair dipisahkan lagi dengan corong pisah.

Pembuatan Biodiesel

Minyak goreng bekas dan metanol dimasukkan ke dalam labu erlenmeyer dengan perbandingan berat campuran 1:4 (minyak goreng : metanol). Zeolit sintetis ditambahkan dengan konsentrasi 1 %-w larutan, karena berdasarkan penelitian yang dilakukan Aziz dkk. [8]. konsentrasi katalis zeolit yang ditambahkan dan menghasilkan rendemen terbesar adalah sebanyak 1 %-w. Campuran kemudian diaduk dan dipanaskan pada suhu 60°C selama 1 jam agar terjadi reaksi.

Kemudian larutan dimasukkan ke dalam corong pisah dengan waktu *steady* atau waktu didiamkan selama 24 jam untuk memisahkan lapisan yang terbentuk setelah reaksi. Menurut Akbar dan Riswan [9], hasil reaksi yang terbentuk berupa dua fase yaitu lapisan atas metil ester berwarna kuning bening, sedangkan lapisan bawah berwarna kuning dengan sedikit lebih pekat. Kedua lapisan itu kemudian dipisahkan. Lapisan bawah dikeluarkan dari corong pemisah. Sedangkan lapisan atas yang merupakan biodiesel diukur densitas, viskositas, bilangan asam, kadar air, dan nilai rendemennya. Perhitungan rendemen menggunakan rumus:

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{w_1}{w_2} \times 100\% \quad (1)$$

Di mana w_1 adalah berat lapisan atas yang berupa biodiesel/metil ester (g) dan w_2 adalah berat minyak jelantah (g).

Analisis Karakteristik Biodiesel

Biodiesel hasil reaksi transesterifikasi selanjutnya dilakukan analisis kualitatif, antara lain: densitas, viskositas, bilangan asam dan kadar air.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Abu Sekam Padi

Sekam padi yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari Desa Oeltua, Kecamatan Taebenu, Kabupaten Kupang. Sekam padi tersebut dibersihkan dari pengotor-pengotornya dengan cara dicuci dengan air, kemudian dikeringkan di bawah sinar matahari serta dioven dengan tujuan untuk menghilangkan kadar air dalam sekam padi. Pada penelitian ini, sekam padi dikeringkan selama 1 hari.



(a)



(b)

Gambar 1. Sekam padi (a) setelah dicuci (b) setelah dijemur hingga kering

Selanjutnya, sekam padi diaktivasi secara fisik dan kimia. Aktivasi sekam padi secara fisik dilakukan dengan pengabuan di dalam tanur pada suhu 600° selama 4 jam [2] sehingga diperoleh abu sekam padi dengan kandungan silika yang tinggi. Abu sekam padi yang diperoleh lalu digerus dan diayak menggunakan ayakan yang berguna untuk menghomogenkan ukuran partikelnya. Sekam padi

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA**

Kupang, 31 Maret 2022

selanjutnya diaktivasi secara kimia menggunakan proses refluks sekam padi dengan asam klorida (HCl) konsentrasi 2 M.

Perendaman atau proses refluks dengan asam klorida (HCl) bertujuan untuk melarutkan logam-logam alkali dan mengurangi kadar besi yang terkandung dalam abu sekam padi. Abu sekam padi kemudian dicuci dengan akuades hingga PH netral lalu dikeringkan di dalam oven pada suhu 105°C selama 4 jam. Abu sekam padi yang telah dikeringkan selanjutnya digunakan untuk sintesis zeolit yang meliputi 2 tahap, yakni pembuatan natrium silikat dan pembuatan natrium aluminat.



Gambar 2. Abu sekam padi yang telah teraktivasi

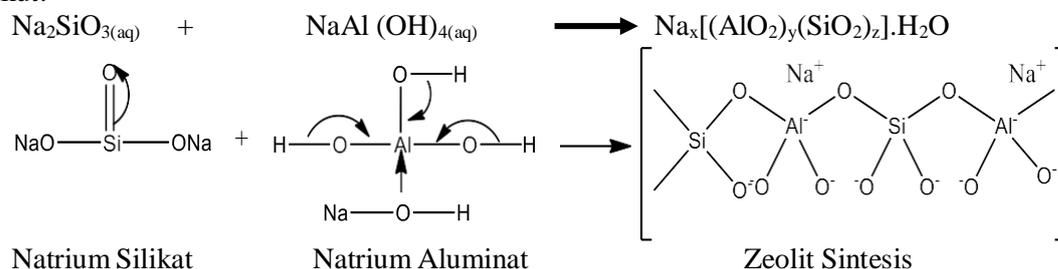
Zeolit disintesis melalui beberapa tahap. Tahap pertama yaitu pembuatan natrium silikat yang dilakukan dengan melarutkan 30,003-gram abu sekam padi dengan 300 mL NaOH 6 M kemudian dipanaskan pada suhu 80°C selama 2 jam lalu disaring sehingga terbentuk larutan natrium silikat. Natrium silikat merupakan sumber utama silika dalam menyintesis zeolit.

Tahap kedua adalah pembuatan natrium aluminat yang merupakan sumber utama aluminium dalam sintesis zeolit. Proses pembuatan natrium aluminat dilakukan dengan melarutkan 15-gram aluminium hidroksida (Al(OH)₃) sedikit demi sedikit ke dalam 36,03-gram NaOH 6 M sambil dilakukan pemanasan dan pengadukan hingga terbentuk larutan natrium aluminat.

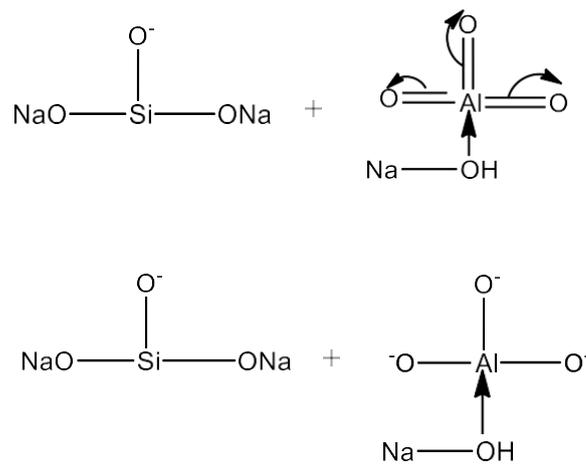
Dalam pembentukan natrium silikat dan natrium aluminat, NaOH berfungsi sebagai aktivator. Selain itu, NaOH yang ditambahkan tidak hanya berfungsi sebagai reagen tetapi juga sebagai *metalizer* (materi pendukung) dan sebagai *mineralizer*. Dalam sintesis zeolit, penambahan NaOH sebagai *mineralizer* dikarenakan pada struktur zeolit terbentuk muatan negatif berlebih pada ion aluminium sehingga dibutuhkan kation-kation pendukung di luar rangka untuk menetralkannya.

Tahap selanjutnya adalah sintesis zeolit yang dilakukan dengan mereaksikan natrium silikat dan natrium aluminat lalu diatutoklaf pada suhu 121°C pada tekanan 2 atm selama 15 menit yang bertujuan agar suhu larutan naik dan terbentuk kristal zeolit. Kemudian dioven pada suhu 160°C selama 7 jam.

Mekanisme yang terjadi pada saat kedua larutan tersebut direaksikan adalah terlarutnya sedikit padatan dalam air, difusi zat terlarut, dan timbulnya senyawa yang berbeda dari padatan terlarut. Proses ini meliputi modifikasi tekstur atau struktur pada suatu padatan dan akan mengurangi energi bebas dalam sistem. Adapun reaksi sintesis zeolit dari abu sekam padi dapat dituliskan sebagai berikut:



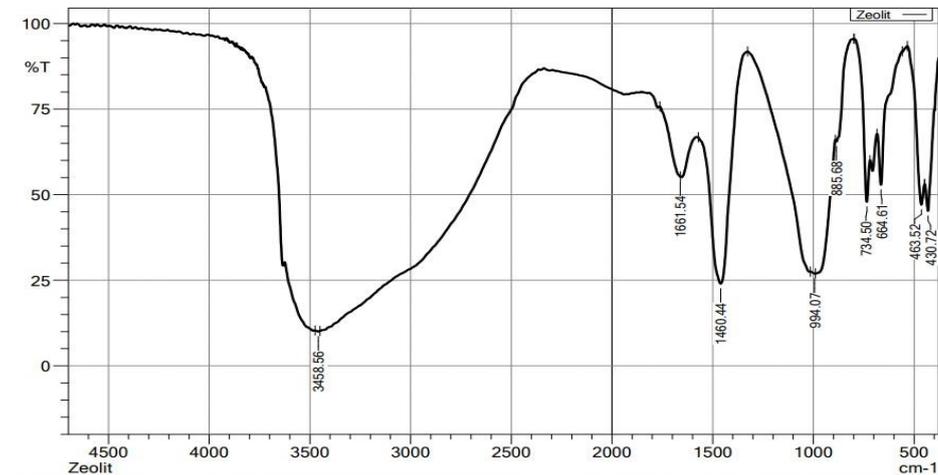
**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA
Kupang, 31 Maret 2022**



Gambar 3. Pembentukan Zeolit Sintesis [10]

Karakteristik Zeolit

Karakterisasi menggunakan metode spektroskopi FTIR digunakan untuk menentukan gugus fungsi dari zeolit hasil sintesis. Karakterisasi dilakukan pada bilangan gelombang antara 400-4000 cm⁻¹ yang hasil analisisnya disajikan pada Gambar 3. berikut.



Gambar 4. Spektrum FTIR zeolit hasil sintesis

Perbandingan gugus fungsi zeolit sintesis dapat dilihat pada tabel 1. berikut.

Tabel 1. Interpretasi Spektra FTIR Na₂SiO₃ dan Zeolit Sintesis dari Sekam Padi

No	Frekuensi daerah serapan(cm ⁻¹)			Interpretasi
	Hasil Analisis	Natrium Silikat	(Krisnawati dkk., 2018)	
1	3458,56	-	3466,4	Vibrasi rentang -OH
2	1661,54	-	1659,61	Vibrasi rentang tekuk dari molekul H ₂ O
4	994,07	898,53	986,53 dan 983,34	Vibrasi rentang asimetri T-O-T (T=Si atau Al)
5	734,50	771,83	731,21	Vibrasi ulur simetris dari Si-O pada siloksan
6	463,52	-	463,22- 430,58 dan 466,91- 431,63	Vibrasi tekuk ikatan T-O (T=Si atau Al)
7	-	1442,75	-	Vibrasi tekuk -OH dari silanol

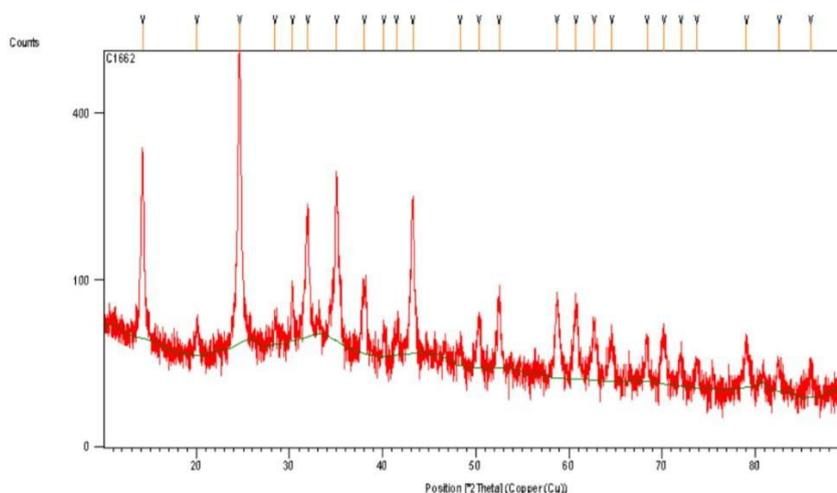
SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA
Kupang, 31 Maret 2022

No	Frekuensi daerah serapan(cm^{-1})	Interpretasi
8	- 972,12 -	Vibrasi ulur Si-O pada silanol

Pada Tabel 1. di atas diketahui adanya beberapa gugus fungsi termasuk gugus fungsi pembentuk zeolit seperti silika dan alumina dengan munculnya pita serapan pada daerah 3458,56 cm^{-1} , 1661,54 cm^{-1} , 1460,44 cm^{-1} , 994,07 cm^{-1} , 734,50 cm^{-1} , 664,61 cm^{-1} , 463,52 cm^{-1} , dan 430,72 cm^{-1} . Puncak pada bilangan gelombang 3458,56 cm^{-1} merupakan hasil vibrasi ulur dari gugus OH yang menunjukkan adanya air dalam sampel, dan diperkuat oleh puncak pada 1661,54 cm^{-1} dan 1460,44 cm^{-1} , yang timbul akibat vibrasi tekuk gugus -OH. Puncak pada 994,07 cm^{-1} menunjukkan ulur asimetri Si-O-Si yang menunjukkan silika dalam sampel belum seluruhnya bereaksi dengan alumina yang didukung dengan adanya puncak pada 734,50 cm^{-1} dan 664,61 cm^{-1} yang merupakan pita serapan alumina, namun terjadi reaksi antara silika dan alumina dalam jumlah kecil yang ditunjukkan pada puncak 463,52 cm^{-1} dan 430,72 cm^{-1} yang merupakan pita serapan dari gugus Si-O-Al. Hasil analisis FTIR terhadap zeolit hasil sintesis tidak memiliki perbedaan yang signifikan dengan hasil analisis FTIR pada penelitian yang dilakukan Krisnawati dkk. [11] seperti yang dapat dilihat pada tabel di atas. Secara umum, masing-masing zeolit hasil analisis mengandung beberapa gugus fungsi yang sama termasuk gugus fungsi pembentuk zeolit seperti silika dan alumina.

Untuk mengetahui apakah natrium silikat dan natrium aluminat benar-benar telah terkonversi menjadi zeolit maka dilakukan perbandingan interpretasi zeolit dan salah satu dari sumber utama silika dan alumina. Dalam penelitian ini dilakukan perbandingan terhadap natrium silikat. Dari tabel di atas, perbandingan interpretasi natrium silikat dan zeolit menunjukkan perbedaan yang jelas antara zeolit dan natrium silikat sebagai sumber utama silika dalam menyintesis zeolit. Hasil karakterisasi FTIR terhadap natrium silikat menunjukkan bahwa pola serapan silika yang muncul umumnya adalah gugus siloksan dan silanol. Sedangkan hasil karakterisasi zeolit tidak memiliki pola serapan gugus silanol. Selain itu, karakteristik zeolit dapat diketahui dari pola serapan gugus vibrasi tekuk ikatan T-O (T=Si atau Al). Artinya, zeolit sintesis yang diperoleh tidak hanya mengandung gugus alumina melainkan juga silika yang merupakan gugus fungsi pembentuk zeolit. Proses pembentukan zeolit yakni reaksi antara natrium silikat dan natrium aluminat menunjukkan perubahan fase yang mana natrium silikat dan natrium aluminat dalam bentuk larutan terkonversi menjadi zeolit dengan fase *solid* (padatan). Dengan demikian, natrium silikat dan natrium aluminat yang merupakan sumber utama silika dan alumina benar-benar telah terkonversi menjadi zat baru yakni zeolit.

Karakterisasi dengan XRD dilakukan untuk mengetahui struktur dan jenis mineral yang tersusun dalam zeolit sintetis. Hasil karakterisasi menggunakan XRD pada zeolit sintesis dilakukan pada kisaran sudut (2θ) antara 10-90 derajat dan hasil analisis dapat dilihat pada Gambar 4. berikut.



Gambar 5. Difraktogram XRD zeolit hasil sintesis

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA
Kupang, 31 Maret 2022**

Perbandingan interpretasi difraktogram zeolit hasil sintesis dan zeolit standar ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 2. Interpretasi Difraktogram Zeolit Sintesis

No	2 θ (°)		Fase mineral
	Hasil Analisis	Standar (Treacy dan Higgins, 2007)	
1	14,19	14,32	Faujasite
2	20,03	20,30	Faujasite
3	24,61	24,93	Faujasite
4	31,89	31,31	Faujasite
5	38,04	38,87	Cancrinite

Pada Tabel 2. di atas diketahui bahwa zeolit hasil sintesis memiliki fase kristal dominan dan menunjukkan kemiripan pola difraktogram yang dimiliki oleh zeolit tipe Y. Hal ini ditunjukkan dengan adanya puncak dengan intensitas tinggi pada $2\theta = 14,19^\circ$, $2\theta = 24,61^\circ$, dan $2\theta = 20,03^\circ$ sesuai dengan penelitian Treacy dan Higgins [12]. Zeolit tipe Y merupakan zeolit sintetik jenis faujasit yang kaya akan silika dengan rentang rasio molar $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 1,5-3 dengan bentuk struktur SBU D6R. Zeolit Y dalam skala laboratorium maupun industri banyak dimanfaatkan sebagai padatan pendukung katalis untuk reaksi hidrodengkah fraksi berat minyak bumi, bahan adsorben, maupun *ion exchange* (pertukaran ion) dengan rumus oksida $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4,8\text{SiO}_2 \cdot 8,9\text{H}_2\text{O}$. Perbandingan hasil analisis menggunakan XRD terhadap zeolit dan hasil analisis FTIR pada penelitian Treacy dan Higgins [12] tidak berbeda jauh. Mineral faujasite mendominasi kandungan pada zeolit hasil sintesis sehingga sama-sama tergolong zeolit tipe Y.

Minyak Jelantah

Minyak jelantah yang digunakan dalam penelitian ini merupakan minyak jelantah hasil penggorengan ikan sebanyak 4 kali. Minyak jelantah dipanaskan pada suhu 100-120°C untuk menguapkan air. Kemudian disaring dengan tujuan untuk memisahkan minyak dengan pengotor padat yang berukuran besar.



Gambar 6. Minyak jelantah

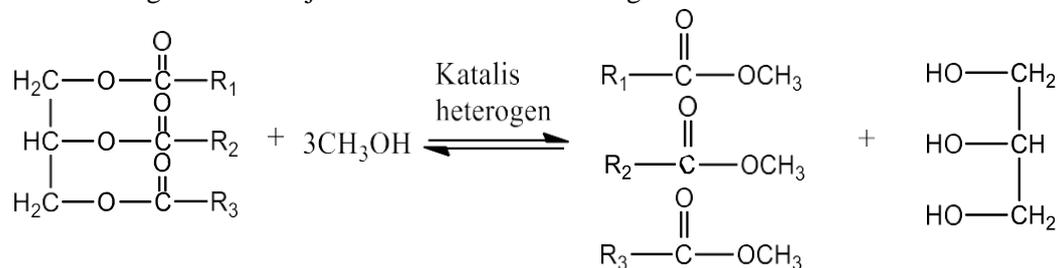
Biodiesel

Proses pembuatan biodiesel melalui reaksi transesterifikasi pada penelitian ini dilakukan dengan mencampurkan metanol dan minyak jelantah dengan perbandingan berat campuran 4:1 (metanol: minyak jelantah) karena berdasarkan penelitian yang dilakukan Saputra dkk. [13] *yield* yang dihasilkan akan bernilai tinggi jika jumlah metanol lebih banyak daripada minyak jelantah. Metanol memecah rantai trigliserida yang terdapat dalam minyak nabati. Peneliti tidak menggunakan etanol karena bersifat racun, berbahaya bagi kulit, mata dan paru-paru serta pemisahan hasil sampling gliserin dengan menggunakan etanol jauh lebih sulit dan jika tidak hati-hati akan berakhir dengan terbentuknya emulsi [14]. Tindakan pencampuran minyak jelantah dengan metanol mengakibatkan trigliserida minyak jelantah terkonversi menjadi metil ester melalui proses transesterifikasi. Selanjutnya, campuran larutan ditambahkan katalis heterogen yakni zeolit yang disintesis dari silika sebanyak 1% berat larutan dengan tujuan untuk mempercepat reaksi. Kemudian larutan dipanaskan selama 1 jam pada suhu 60°C. Selanjutnya, larutan dimasukkan ke dalam corong pisah dengan waktu *steady* atau waktu didiamkan selama 24 jam untuk memisahkan lapisan yang terbentuk setelah reaksi. Hasil reaksi yang terbentuk berupa dua fase yaitu lapisan atas metil ester berwarna kuning bening, sedangkan lapisan bawah berwarna kuning dengan sedikit lebih pekat seperti ditunjukkan gambar berikut.



Gambar 7. Pemisahan biodiesel

Dalam proses transesterifikasi atau disebut juga alkoholisis ini terjadi konversi trigliserida menjadi metil ester melalui reaksi dengan alkohol dan menghasilkan produk samping gliserol. Reaksi transesterifikasi trigliserida menjadi metil ester adalah sebagai berikut.



Gambar 8. Reaksi transesterifikasi trigliserida menjadi metil ester [15]

Hasil penelitian menunjukkan nilai rendemen biodiesel, yakni 89,05% dengan perbandingan metanol yang lebih besar daripada minyak jelantah karena metanol bertindak sebagai penyuplai gugus metil sehingga semakin sedikit jumlahnya maka rendemen biodiesel pun akan menurun demikian pun sebaliknya.

Karakteristik Biodiesel yang Dihasilkan

Untuk mengetahui karakteristik biodiesel yang dihasilkan dari reaksi esterifikasi-transesterifikasi dari minyak jelantah, diperlukan pengujian terhadap beberapa sifat penting yang mempengaruhi karakteristik biodiesel, antara lain: densitas, viskositas, kadar air dan bilangan asam. Hasil analisa terhadap sifat fisik produk biodiesel yang diperoleh kemudian dibandingkan dengan biodiesel sesuai dengan hasil penelitian sebelumnya dan standar SNI yang ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 3. Karakteristik Produk Biodiesel

Parameter	Nilai			Kondisi Fisik	
	Biodiesel penelitan sebelumnya (Aziz dkk., 2016)	Biodiesel hasil uji	SNI	Bahan baku/Minyak Jelantah sebelum dikonversi menjadi metil ester	Produk/Biodiesel
Densitas (kg/m ³)	857.60	800	850-890	-	-
Viskositas (Cst)	3,43	5,9928	2,3-6,0	-	-
Bilangan Asam (mg-KOH/g)	0,29	0,0195	Maks 0,8	-	-
Kadar Air (%)	0,02	0,053	Maks 0,05	-	-

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA
Kupang, 31 Maret 2022**

Parameter	Nilai		Kondisi Fisik		
	Biodiesel penelitian sebelumnya (Aziz dkk., 2016)	Biodiesel hasil uji	SNI	Bahan baku/Minyak Jelantah sebelum dikonversi menjadi metil ester	Produk/Biodiesel
Warna				Cokelat kehitaman	Kuning bening

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa karakterisasi zeolit hasil sintesis dari sekam padi menggunakan metode spektroskopi FTIR menunjukkan adanya beberapa gugus fungsi pembentuk zeolit seperti silika dan alumina ditandai dengan serapan pada daerah 994,07 cm⁻¹, 734,50 cm⁻¹, 664,61 cm⁻¹, 463,52 cm⁻¹ dan 430,72 cm⁻¹. Selain itu, hasil karakterisasi menggunakan XRD menunjukkan bahwa zeolit hasil sintesis memiliki fase kristal dominan dan menunjukkan kemiripan pola difraktogram yang dimiliki oleh zeolit tipe Y. Sedangkan, biodiesel hasil sintesis memiliki nilai rendemen sebesar 89,05%, densitas 0,8 g/mL, viskositas kinematik 5,9928 Cst, bilangan asam 0,0195 mg-KOH/g, dan kadar air 0,053%. Nilai uji semua parameter fisik ini menunjukkan bahwa biodiesel dalam penelitian ini memenuhi SNI biodiesel.

Berdasarkan hasil penelitian biodiesel hasil sintesis tidak dianalisis menggunakan GC-MS maka diperlukan penelitian lebih lanjut yang melakukan analisis GC-MS terhadap biodiesel dengan menggunakan bahan baku yang harus dilakukan *pre-treatment* terlebih dahulu.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Prasad, C. S., Maiti K.N., dan Venugopal R. 2001. Effect of Rice Husk Ash in Whiteware Compositions. *Ceramic International*, 27: 629 – 635.
- [2] Putriani. 2018. *Sintesis Zeolit dari Abu Sekam Padi (Oryza Sativa L.) dengan Penambahan Surfaktan Sodium Dodecyl Benzene Sulfonate (SDBS) sebagai Adsorben Logam Timbal (Pb)*. Skripsi. FST, Kimia, UIN Alauddin Makassar.
- [3] Moliner, M., Leshkov Y.R., and Davis M.E. 2010. Tin-Containing Zeolites Are Highly Active Catalysts for The Isomerization of Glucose in Water. *PNAS Early Edition*: 1-5.
- [4] Singh, D., Bhoi R., Ganesh A., and Mahajani S. 2014. Synthesis of Biodiesel from Vegetable Oil Using Supported Metal Oxide Catalysts. *Energy Fuels*, 28: 2743-2753.
- [5] Djameludin, A. 2011. *Pemanfaatan Minyak Bumi dan Sumber Energi Alternatif Guna Meningkatkan Ketersediaan Energi*. Artikel Sekolah Tinggi Teknologi Angkatan Laut (diakses pada tanggal 13 Agustus 2021).
- [6] Jumaeri, Putranto V. H., dan Kusumastuti E. 2015. Pemanfaatan Zeolit dari Abu Sekam Padi dengan Aktivasi Asam untuk Penurunan Kesadahan Air. *Jurnal MIPA*, 38 (2) : 150-159.
- [7] Azizi, S. N. dan Yousefpour M. 2010. Synthesis of Zeolites NaA and Analcime Using Rice Husk Ash as Silica Source Without Using Organic Template. *Journal of Material Science*, 45: 5692-5697.
- [8] Aziz, Isalmi, Nurbayati S., dan Hakim A. R. 2012. Uji Karakteristik Biodiesel yang Dihasilkan dari Minyak Goreng Bekas Menggunakan Katalis Zeolit Alam (H-Zeolit) dan KOH. *Jurnal Valensi*, 2(5): 541 – 547.
- [9] Akbar dan Riswan. 2016. *Karakteristik Biodiesel dari Minyak Jelantah dengan Menggunakan Metil Asetat sebagai Pensuplai Gugus Metil*. <http://digilib.its.ac.id/public/ITS-Undergraduate-15905-420710091-Paper.pdf> (diakses pada tanggal 13 Agustus 2021).
- [10] Nur, H. 2001. Direct Synthesis of NaA Zeolite from Rice Husk Ash and Carbonaceous Rice Husk Ash, *Indo J Agri Sci*, 1: 40-45.
- [11] Krisnawati, Jumaeri, dan Wardani S. 2018. Sintesis dan Karakterisasi Zeolit X dari Abu Sekam Padi melalui Proses Hidrotermal, *Indonesian Journal of Chemical Science*, 7(1): 2252-6951.

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA
Kupang, 31 Maret 2022**

- [12] Treacy, M.M.J., dan Higgins, J.B. 2007. *Collection of Simulated XRD Powder Patterns for Zeolites*. Amsterdam – London – New York – Oxford – Paris –Shannon - Tokyo: Elsevier.
- [13] Saputra, A. T., Wicaksono M. A., dan Irsan. 2017. Pemanfaatan Minyak Goreng Bekas untuk Pembuatan Biodiesel Menggunakan Katalis Zeolit Alat Teraktivasi. *Jurnal Chemurgy*, 1(2): 2620-7435.
- [14] Freedman, B., Butterfield R. O., dan Pryde E. H. 1986. Transesterifikasi of Kinetic of Soybean Oil, *J. Am. Oil Chem.Soc.*, 63, 1375-1380.
- [15] Hadrah, Kasman, M., dan Sari F. M. 2018. Analisis Minyak Jelantah sebagai Bahan Bakar Biodiesel dengan Proses Transesterifikasi. *Jurnal Daur Lingkungan*, 1(1): 16-21.

SINTESIS KATALIS SILIKA TERMODIFIKASI KALSIMUM OKSIDA (CaO) DAN UJI SIFAT KATALITIKNYA PADA TRANSESTERIFIKASI MINYAK JELANTAH

Fridolin Efrata Tiko, Antonius R. B. Ola, Dodi Darmakusuma, Hermania Em Wogo

Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang

Jln. Adisucipto Penfui, Kupang, Nusa Tenggara Timur, 85001, Indonesia

E-mail: hermaniwogo@yahoo.com

Abstrak

Telah dilakukan sintesis katalis silika dari pengolahan abu sekam padi Inpari menggunakan metode sol-gel dan sintesis katalis silika termodifikasi kalsium oksida menggunakan metode impregnasi untuk meningkatkan kinerja katalis silika serta uji sifat katalitiknya pada transesterifikasi minyak jelantah. Hasil karakterisasi XRF menunjukkan bahwa silika dari abu sekam padi mencapai 97,1% dan silika termodifikasi kalsium oksida mengandung silika 24,6% dan kalsium 73,64%. Keberhasilan sintesis silika modifikasi ditunjukkan oleh adanya serapan Si-O-Logam (kalsium) pada daerah 996,92 cm^{-1} . Adapun data XRD menunjukkan bahwa silika dan silika hasil modifikasi bersifat amorf. Yield biodiesel hasil transesterifikasi minyak jelantah menggunakan katalis silika dan katalis silika termodifikasi kalsium oksida mencapai 58,2% dan 78,3%. Nilai massa jenis, viskositas, kadar air, bilangan asam, titik tuang dan titik kabut berturut-turut adalah 862,7 dan 886,4 kg/m^3 ; 2,81 dan 2,78 mm^2/s ; 0,033 dan 0,024%; 0,389 dan 0,561 mg-KOH/g ; 15°C; dan 13°C. Selain itu, karakterisasi terhadap uji nyala menunjukkan hasil yang positif. Dengan demikian, biodiesel dari kedua jenis katalis dalam penelitian ini memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI).

Kata kunci: *silika, kalsium oksida, transesterifikasi minyak jelantah*

Abstract

Synthesis of silica catalyst from Inpari rice husk ash processing and a synthesis of calcium oxide modified silica catalyst have been carried out using sol-gel method and wet impregnation method each, to improve the performance of silica catalyst and to examine their catalytic properties in the transesterification of used cooking oil. The results of XRF characterization show that rice husk ash has a content of 97,1% silica, while calcium oxide modified silica contained 2,6% silica and 73,64% calcium. The success of calcium oxide modified silica synthesis process is indicated by an absorption of Si-O-Metal (calcium) at a wavenumber of 996,92 cm^{-1} . XRD data shows that silica and modified silica are amorphous. The yield of biodiesel from the transesterification of used cooking oil using silica catalyst and calcium oxide modified silica catalyst reached up to 58,2% and 78,3%. The density values, viscosities, water contents, acid numbers, pour point, and fog point are 862,7 and 886,4 kg/m^3 ; 2,81 and 2,78 mm^2/s ; 0,033 and 0,024%; 0,389 and 0,561 mg-KOH/g ; 15°C; and 13°C, respectively. In addition, the characterization of the flame test showed positive results. Therefore, biodiesel of the two types of catalysts in this research met the Indonesian National Standard (SNI).

Keywords: *silica, calcium oxide, oil transesterification used*

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan sebuah negara agraris yang sebagian besar penduduknya bekerja di sektor pertanian. Salah satu komoditas pertanian terbesar yang diproduksi di Indonesia demikian pula di provinsi Nusa Tenggara Timur adalah padi. Oleh karena itu, limbah pertanian yang dihasilkan seperti sekam padi sangat melimpah. Sekam padi merupakan penghasil silika (SiO_2) terbesar yaitu sebanyak 87-97% berat kering setelah mengalami pembakaran sempurna [1]. Abu sekam padi dapat digunakan sebagai sumber silika untuk pembuatan material tertentu yang bernilai ekonomis tinggi.

Silika sebagai material padatan berpori memiliki sifat khas yang tidak dimiliki oleh senyawa anorganik lainnya, diantaranya ialah sifatnya yang inert, memiliki fungsi adsorpsi dan pertukaran ion yang baik, mudah untuk dimodifikasi dengan senyawa kimia tertentu untuk meningkatkan kinerjanya, kestabilan mekanik dan kestabilan termal tinggi. Permukaan silika yang mengandung gugus silanol

SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I UNIVERSITAS NUSA CENDANA

Kupang, 31 Maret 2022

($\equiv\text{Si-OH}$) dan siloksan ($\equiv\text{Si-O-Si}\equiv$) yang memungkinkan dapat mengikat ion logam secara lebih selektif dengan tahapan tertentu. Selain sebagai adsorben, silika juga dapat digunakan sebagai katalis.

Salman dkk. [2] menggunakan silika dari abu sekam padi sebagai katalis silika sulfat untuk reaksi esterifikasi gliserol dengan anhidrida asam asetat dan mampu mengkonversi gliserol sebesar 77%. Hal ini menunjukkan adanya pengaruh penggunaan katalis dalam reaksi tersebut, sehingga dapat diketahui bahwa silika merupakan material yang memiliki manfaat dalam kehidupan. Oleh karena itu terdapat peluang besar untuk pemanfaatannya lebih lanjut misalnya sebagai katalis dalam pengolahan minyak jelantah menjadi bahan baru yang lebih berguna seperti biodiesel.

Penggunaan katalis dalam pengolahan biodiesel membantu mempercepat reaksi pembentukan produk target. Pembuatan biodiesel dari limbah minyak jelantah kelapa sawit dapat dilakukan dengan menggunakan katalis KOH, diperoleh *yield* mencapai 82,69% [3]. Sedangkan dengan menggunakan katalis kalsium oksida (CaO) diperoleh *yield* sebesar 53% [4]. Biodiesel yang dihasilkan dari pengolahan minyak tepung ikan sardin menggunakan katalis NaOH diperoleh *yield* 45,34% [5]. Pembuatan biodiesel dari minyak jelantah juga dilakukan dengan menggunakan katalis heterogen seperti Ni/ $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ dan Mg/ $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ yang dapat mengkonversi minyak jelantah menjadi biodiesel lebih baik dimana *yield* terbesar yang diperoleh mencapai 94,143% [6]. Persentase *yield* yang dihasilkan dengan menggunakan katalis secara umum cukup baik. Akan tetapi dalam penggunaan katalis homogen memiliki kelemahan seperti diperlukan proses pemisahan produk reaksi dari katalis karena memiliki fasa yang sama. Oleh karena itu, diperlukan pembuatan serta pengembangan katalis lain yang lebih efisien. Salah satunya dengan pembuatan katalis heterogen yang selain mampu mengkonversi minyak jelantah, juga dapat lebih mudah dipisahkahkan dari produk serta dapat digunakan kembali.

Kalsium oksida merupakan golongan oksida yang memiliki sifat basa, aktivitas katalitik tinggi untuk berbagai reaksi, proses preparasinya yang tidak sulit, murah, tersedia melimpah di alam dan ramah lingkungan sehingga cukup baik untuk dijadikan katalis. Modifikasi silika dengan kalsium oksida diharapkan mampu meningkatkan kinerja silika sebagai katalis. Oleh karena itu, kajian dalam penelitian ini yaitu sintesis katalis silika termodifikasi kalsium oksida dan uji sifat katalitiknya pada transesterifikasi minyak jelantah

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah peralatan gelas, labu leher tiga, magnetic stirrer, *hot plate*, corong pemisah, oven, tanur, mortar dan alu, ayakan, pengaduk, refluks, piknometer, thermometer, XRD, XRF dan FTIR. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sekam padi, akuades, HCl, NaOH, CaO, minyak jelantah, metanol, KOH 1 M, indikator PP dan kertas saring.

Prosedur Kerja

Preparasi abu sekam padi

Sekam padi (sampel) yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari daerah Mbay, Nagekeo, Nusa Tenggara Timur dengan jenis spesifik yaitu Inpari. Sekam padi diambil dan dibersihkan dari pengotornya. Setelah itu sampel dicuci dengan air dan dibilas kembali menggunakan akuades hingga bersih. Sampel dikeringkan dengan cara dijemur di bawah terik matahari hingga kering. Kemudian diambil 1000 gram sekam padi yang bersih dan kering tersebut, lalu disangrai hingga berwarna hitam dan diabukan selama 4 jam pada suhu 700°C. Sampel digerus menggunakan mortar dan alu sampai halus serta diayak menggunakan ayakan laboratorium. Diambil 20 gram abu sekam padi hasil ayakan dan dicuci dengan HCl 6 M 120 mL disertai pengadukan selama 1 jam. Kemudian dibilas kembali dengan akuades hingga pH netral, lalu dikeringkan dalam oven pada suhu 110°C selama 2 jam.

Pembuatan larutan natrium silikat

Larutan natrium silikat dibuat dengan cara diambil 20 gram abu sekam padi hasil preparasi, dilarutkan dengan NaOH 2 M sebanyak 330 mL. Kemudian dididihkan sambil diaduk hingga mengental dan didestruksi selama 30 menit pada suhu 500°C. Selanjutnya ditambahkan 200 mL akuades pada hasil pemanasan dan didiamkan selama semalam lalu disaring.

SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I UNIVERSITAS NUSA CENDANA

Kupang, 31 Maret 2022

Pembuatan silika

Silika dibuat dengan terlebih dahulu melakukan pembuatan silika gel dimana 20 mL larutan natrium silikat diambil lalu ditambahkan tetes demi tetes larutan HCl 3 M sambil diaduk hingga terbentuk gel. Kemudian didiamkan semalam, disaring dan dicuci hingga pH netral lalu dioven pada suhu 110°C selama 1 jam dan dikarakterisasi menggunakan XRF, XRD dan FTIR.

Pembuatan silika termodifikasi kalsium Oksida (CaO)

Pembuatan silika termodifikasi kalsium oksida dilakukan menggunakan metode impregnasi basah. Kalsium oksida dilarutkan ke dalam akuades sehingga diperoleh larutan kalsium oksida 5% (b/v) dengan cara dilarutkan 5 gram kalsium oksida dalam akuades 100 mL. Kemudian serbuk silika sebanyak 10 gram dicampurkan ke dalam larutan kalsium oksida. Campuran direfluks selama 4 jam pada suhu 80°C. Setelah dilakukan penyaringan, residu (hasil padat) dikeringkan di dalam oven selama 4 jam pada suhu 60°C. Pada tahap terakhir, silika termodifikasi kalsium oksida tersebut lalu dikalsinasi selama 4 jam pada suhu 700°C. Kemudian sampel dikarakterisasi menggunakan XRD, XRF dan FTIR.

Preparasi minyak jelantah

Sebanyak 200 mL minyak jelantah dipanaskan pada suhu 120°C, kemudian disaring dan didiamkan pada suhu kamar.

Uji sifat katalitik dalam transesterifikasi minyak jelantah

Uji sifat katalitik dalam transesterifikasi minyak jelantah dilakukan dengan menggunakan katalis silika dan silika termodifikasi kalsium oksida. Uji dilakukan dengan menggunakan 27,45 mL minyak jelantah yang telah dipreparasi dimasukkan ke dalam labu leher tiga. Minyak jelantah dipanaskan pada *hot plate* hingga mencapai suhu reaksi 60°C, kemudian direaksikan dengan metanol pada rasio mol minyak terhadap metanol sebesar 1:9 dalam labu leher tiga tersebut (10,63 mL) dan ditambahkan masing-masing katalis yang diuji; massa 5% dari berat minyak yang digunakan (1,25 gram). Proses transesterifikasi dilakukan pada suhu 60°C selama 2 jam [7].

Selama proses reaksi berlangsung, dilakukan pengadukan menggunakan *magnetic stirrer*. Kecepatan pengadukan konstan pada 300 rpm sampai waktu reaksi selesai. Hasil proses transesterifikasi disaring terlebih dahulu, kemudian filtratnya dimasukkan ke dalam corong pemisah dan dibiarkan semalam hingga terbentuk dua lapisan. Komponen selain biodiesel dipisahkan dengan cara lapisan bawahnya dikeluarkan dari corong pemisah. Kemudian ditambahkan air panas pada suhu 80°C untuk pencucian biodiesel. Campuran biodiesel tersebut dikocok perlahan dan didiamkan 5 menit hingga terbentuk dua lapisan. Lapisan bawah dikeluarkan dari corong pemisah. Diulangi hingga air buangan menjadi jernih.

Biodiesel hasil pencucian selanjutnya dipanaskan selama 2 jam pada suhu 125-130°C, diaduk menggunakan *magnetic stirrer*, didinginkan lalu disaring. Kemudian dihitung % *yield* biodiesel yang diperoleh dari setiap uji katalis hasil sintesis menggunakan perhitungan 1 di bawah ini.

$$\text{Yield} = \frac{\text{Volume produk (biodiesel)}}{\text{Volume minyak jelantah}} \times 100\% \quad (1)$$

Karakterisasi biodiesel

Penentuan massa jenis biodiesel

Penentuan massa jenis biodiesel yang diperoleh baik menggunakan katalis silika maupun katalis silika termodifikasi kalsium oksida, dilakukan dengan terlebih dahulu menimbang berat piknometer kosong, berat piknometer berisi sampel (biodiesel). Volume piknometer yang digunakan adalah 10 mL. Kemudian dihitung massa jenis biodiesel menggunakan perhitungan 2.

$$\text{Massa jenis} = \frac{\text{Berat piknometer berisi sampel} - \text{Berat piknometer kosong}}{\text{Volume piknometer}} \quad (2)$$

Penentuan viskositas biodiesel

Viskositas biodiesel ditentukan dengan terlebih dahulu menentukan waktu tempuh (t) air (pembanding) dan waktu tempuh (t) masing-masing biodiesel, dimana pada jarak yang sama. Waktu tempuh diukur saat bola pejal dijatuhkan dari batas atas gelas ukur hingga batas bawah gelas ukur. Kemudian ditentukan konstanta viskositas (k), spesifik graviti setiap biodiesel (sg), viskositas dinamik untuk selanjutnya ditentukan viskositas kinematik biodieselnnya. Adapun perhitungan yang digunakan adalah:

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA
Kupang, 31 Maret 2022**

$$\text{Konstanta viskositas} = \frac{\text{viskositas air}}{\text{sg air} \times t \text{ air}} \quad (3)$$

$$\text{sg} = \frac{\text{massa jenis biodiesel}}{\text{massa jenis air}} \quad (4)$$

$$\text{Viskositas dinamik} = k \times \text{sg} \times t \quad (5)$$

$$\text{Viskositas kinematik} = \frac{\text{Viskositas dinamik}}{\text{Massa jenis biodiesel}} \quad (6)$$

Penentuan kadar air produk (biodiesel)

Penentuan kadar air dalam masing-masing biodiesel dilakukan dengan menimbang berat biodiesel awal (sebelum diuapkan) dan menimbang berat biodiesel akhir (sesudah diuapkan), kemudian dihitung kadar airnya menggunakan perhitungan 7.

$$\text{Kadar air} = \frac{\text{Berat awal} - \text{Berat akhir}}{\text{Berat awal}} \times 100\% \quad (7)$$

Penentuan bilangan asam produk (biodiesel)

Bilangan asam dari masing-masing biodiesel yang dihasilkan, ditentukan dengan terlebih dahulu menimbang berat biodiesel yang akan digunakan, kemudian ditambahkan dengan indikator PP dalam erlenmeyer berisi biodiesel tersebut. Dilakukan titrasi dengan KOH 1 M sebanyak 3 kali pengulangan sambil dicatat volume KOH yang digunakan dalam titrasi, lalu dihitung volume rata-ratanya sebagai mL KOH. Proses titrasi dilakukan hingga terbentuk warna merah jambu. Penentuan bilangan asam dihitung menggunakan perhitungan 8.

$$\text{Bilangan asam} = \frac{\text{mL KOH} \times n \text{ KOH} \times \text{BM KOH}}{\text{gr sampel biodiesel}} \quad (8)$$

Penentuan titik kabut produk (biodiesel)

Penentuan titik kabut secara sederhana dilakukan dengan merendam gelas kimia berisi biodiesel di dalam suatu wadah berisi es batu. Suhu dimana biodiesel mulai membentuk padatan (membeku) dicatat sebagai titik kabutnya.

Penentuan titik tuang produk (biodiesel)

Penentuan titik tuang secara sederhana dilakukan berkelanjutan dari penentuan titik kabut, dimana biodiesel dalam gelas kimia tertentu yang direndam dalam suatu wadah berisi es batu dibiarkan pada suhu ruang, hingga lama-kelamaan membuat biodiesel yang sebelumnya padat menjadi cair kembali secara perlahan. Suhu dimana biodiesel mulai mencair dan dapat tertuang dicatat sebagai titik tuangnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Preparasi Abu Sekam Padi

Sekam padi yang digunakan sudah dipisahkan, dibersihkan dari pengotornya dan melewati proses pengeringan. Proses penyangraian sekam padi (untuk menurunkan suhu pengabuan) yang sudah bersih menghasilkan sekam padi berwarna hitam. Pengabuan menghasilkan abu sekam padi berwarna putih. Menurut Wogo dan Ndoen [8], proses pengabuan yang dilakukan pada suhu 700°C akan menghasilkan abu yang mengandung silika berstruktur amorf. Silika dengan struktur amorf bersifat tidak stabil sehingga lebih reaktif dan mudah dilebur serta mengoptimalkan silika yang dihasilkan. Dalam proses pengabuan, senyawa organik yang terkandung dalam sekam padi (ditandai dengan warna hitam pada sekam) mengalami oksidasi menghasilkan gas H₂O, CO₂ dan oksida silika (abu menjadi putih). Abu putih hasil pentanuran mengindikasikan adanya kandungan silika yang tinggi dan berstruktur amorf (Gambar 1(c)). Berdasarkan hasil perhitungan, sekam padi yang digunakan mengandung kadar abu mencapai 53,29%.

Pencucian abu sekam dengan HCl 6 M dikarenakan sifat kimia SiO₂ yang cenderung tidak larut dalam larutan asam kecuali HF, sehingga tidak mengurangi rendemen SiO₂ yang dihasilkan [9]. Penggunaan HCl berkonsentrasi tinggi akan turut meningkatkan jumlah oksida terlarut dalam abu sekam padi. Hasil pembilasan dengan akuades, diperoleh pH netral. Pengeringan abu sekam hasil pencucian dan pembilasan, dilakukan untuk membebaskan molekul air yang masih terdapat dalam abu sekam padi menghasilkan abu sekam berwarna putih bersih (Gambar 1(f)).

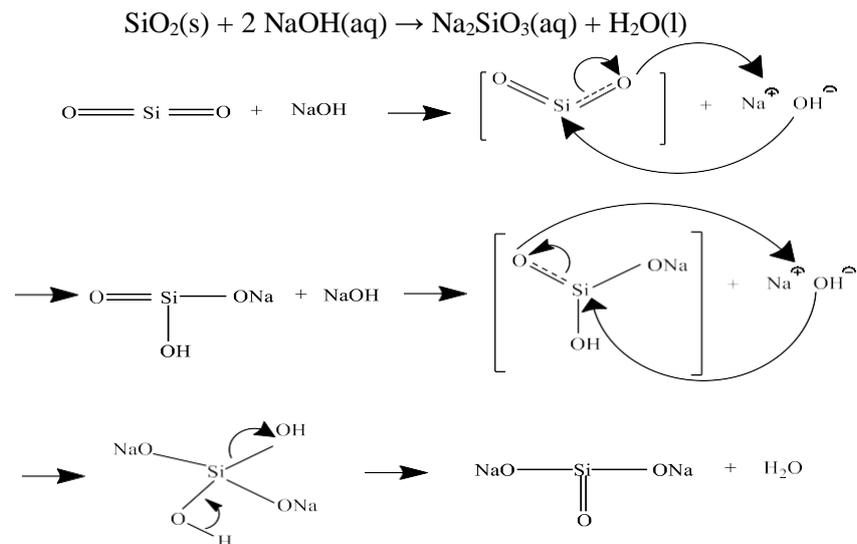
SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I UNIVERSITAS NUSA CENDANA

Kupang, 31 Maret 2022

Hasil Pembuatan Larutan Natrium Silikat

Larutan natrium silikat dibuat dengan mereaksikan NaOH dan abu sekam padi melalui pendidihan mencapai suhu 300°C disertai pengadukan. Hal ini dikarenakan silika memiliki tingkat kelarutan yang sangat besar dalam suasana basa yaitu pada $\text{pH} \geq 10$, sehingga mempermudah proses peleburan [8].

Peleburan pada suhu 500°C selama 30 menit bertujuan agar reaksi antara NaOH dan abu sekam dapat terjadi secara sempurna sehingga semua silika dalam abu sekam dapat terlebur menjadi natrium silikat (Na_2SiO_3). Selain itu, NaOH memiliki titik lebur 318°C sehingga peleburan atau destruksi dilakukan pada suhu 500°C agar NaOH dapat melebur menjadi ion Na^+ dan OH^- yang akan berinteraksi dengan ikatan $\text{O}=\text{Si}=\text{O}$ pada molekul SiO_2 [10], dengan reaksi sebagai berikut:



Hasil peleburan NaOH dan abu sekam padi berupa padatan berwarna putih kebiruan dengan tekstur yang berongga (Gambar 1(g)). Perendaman padatan dengan akuades semalaman menghasilkan larutan natrium silikat yang berwarna kuning kecoklatan (Gambar 1(h)).

Hasil Pembuatan Silika dari Abu Sekam Padi

Pembuatan silika gel dilakukan dengan menambahkan larutan asam yaitu HCl ke dalam larutan natrium silikat. pH campuran larutan hingga terbentuk gel adalah 12. Pembilasan dengan akuades menghasilkan pH yang netral. Larutan HCl 3 M yang digunakan hingga terbentuk gel dalam pembuatan silika mencapai 450 mL. Menurut Besin [11], proses sintesis silika dari komponen sebelumnya yaitu silika gel, terbentuk dari adanya reaksi antara natrium silikat dan HCl, dimana ion H^+ dari HCl akan berikatan dengan ion silikat dari natrium silikat sehingga membentuk gugus silanol. Gugus silanol ini kemudian akan diserang oleh ion silikat lainnya dan menghasilkan gugus siloksan yang menjadi penghubung atau menjembatani silika yang satu dan lainnya.

Pengeringan silika gel menghasilkan serbuk silika berwarna putih. Adapun tahapan sintesis silika dapat dilihat pada Gambar 1 di bawah ini.



(a)



(b)



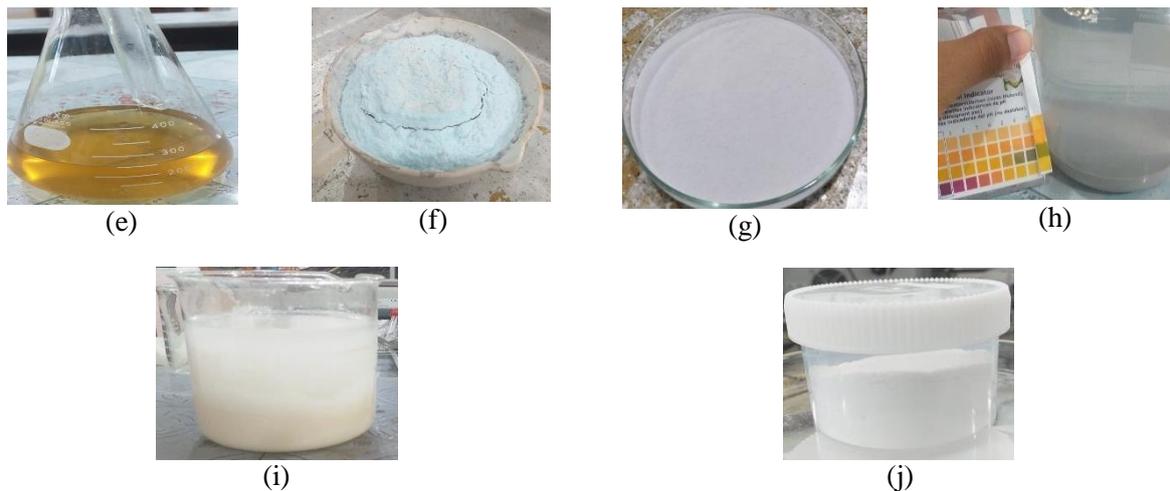
(c)



(d)

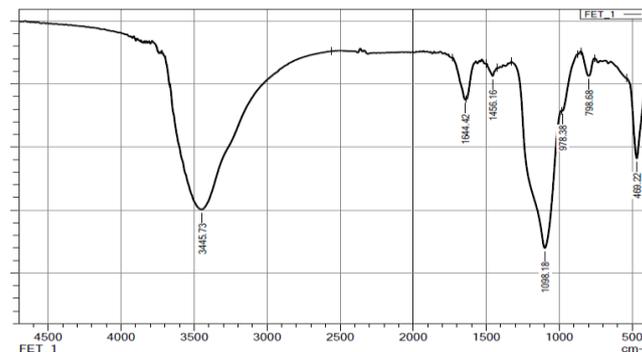
SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I UNIVERSITAS NUSA CENDANA

Kupang, 31 Maret 2022



Gambar 1. (a) Sekam padi, (b) sekam padi hasil sangrai, (c) abu sekam padi, (d) pencucian abu dengan HCl, (e) abu hasil pembilasan, (f) abu hasil oven, (g) padatan natrium silikat, (h) larutan natrium silikat, (i) silika gel, (j) serbuk silika.

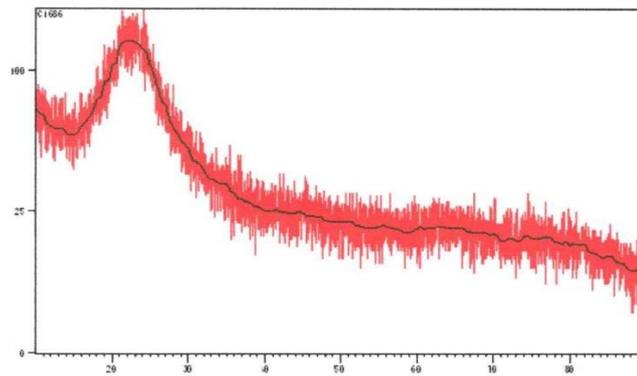
Silika yang diperoleh dalam penelitian ini adalah 20,400 gram. Berdasarkan hasil analisis XRF seperti yang terlihat pada Gambar 2, silika yang diperoleh dari pengolahan abu sekam padi ini memiliki kadar mencapai 97,1%. Hal ini menunjukkan bahwa abu sekam padi memiliki kandungan silika yang sangat tinggi.



Gambar 2. Spektra FTIR silika

Karakterisasi serbuk silika menggunakan FTIR dengan interpretasi yang menunjukkan bahwa terdapat ikatan -Si-OH dan -Si-O-Si- yang ditunjukkan dengan adanya serapan pada daerah sekitar $3445,73$; $1644,42$ dan $978,38 \text{ cm}^{-1}$ akibat vibrasi gugus -OH dari -Si-OH . Serapan pada daerah $1098,18$ dan $798,68 \text{ cm}^{-1}$ merupakan akibat dari vibrasi gugus -Si-O-Si- , serapan pada daerah $469,22 \text{ cm}^{-1}$ akibat vibrasi gugus -Si-O dari -Si-O-Si dan serapan pada daerah $1456,16 \text{ cm}^{-1}$ akibat vibrasi gugus Si=O [11, 12, 13].

Silika yang dihasilkan dari abu sekam padi dalam penelitian ini bersifat amorf dengan spektra yang dapat dilihat pada Gambar 3 di bawah ini.



Gambar 3. Spektra silika hasil pengolahan abu sekam padi

Nilai 2θ berkisar antara $22-25^\circ$ dengan spektra yang melebar dan identik dengan spektra-spektra silika amorf standard sehingga sangat berpotensi untuk dimodifikasi.

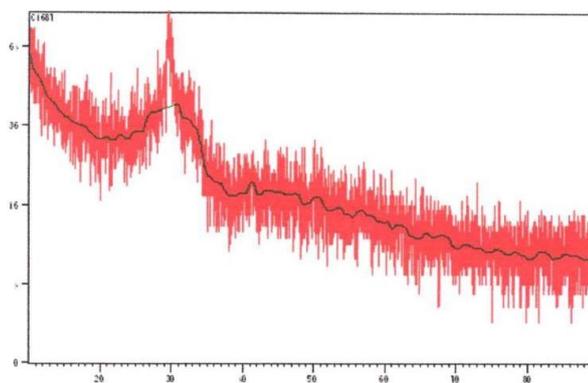
Hasil Pembuatan Katalis Silika Termodifikasi Kalsium Oksida

Silika termodifikasi kalsium oksida yang diperoleh memiliki struktur berupa serbuk berwarna putih yang licin saat terjadi kontak dengan kulit. Hasil karakterisasi dengan XRD menunjukkan bahwa modifikasi silika dengan kalsium oksida tidak menyebabkan adanya perubahan sifat kristalinitas silika yakni amorf (Nilai 2θ melebar antara $25-33^\circ$).



Gambar 4. Silika termodifikasi kalsium

Menurut Uriastanti, dkk. [14] dan Waseem, dkk. [15], spektra yang menunjukkan adanya satu puncak terutama tanpa disertai adanya puncak tajam lain dan serapannya melebar pada daerah $2\theta=22-28^\circ$, mengindikasikan material bersifat amorf.



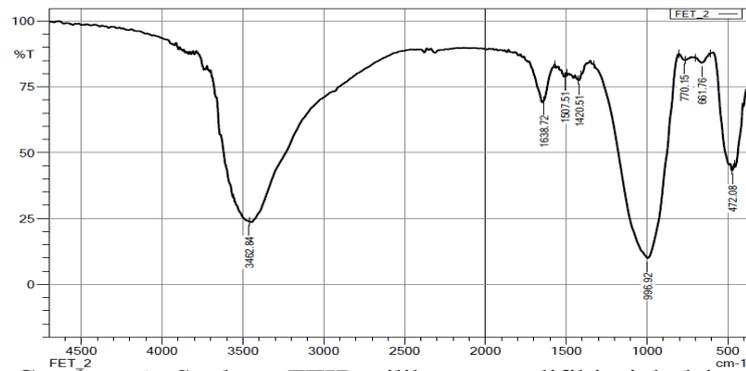
Gambar 5. Silika termodifikasi kalsium

Keberhasilan dari proses pembuatan katalis silika termodifikasi kalsium oksida (CaO) ini dapat dilihat melalui spektra FTIR, dimana adanya peak atau puncak baru pada daerah serapan gugus fungsi dari komponen yang ditambahkan dalam proses modifikasi tersebut. Menurut Siregar [13], puncak antara $675,09$ hingga $459,06\text{ cm}^{-1}$, merupakan daerah serapan bagian mineral yang berbentuk oksida

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA**

Kupang, 31 Maret 2022

seperti K_2O , MgO , CaO , BaO dari proses kalsinasi yang disebut dengan gugus fungsi $O-M^+$. Dalam penelitian ini, serapan tersebut ditunjukkan dengan adanya puncak atau peak pada daerah $661,76\text{ cm}^{-1}$. Keberadaan gugus fungsi tersebut pada katalis silika termodifikasi CaO diperoleh karena adanya proses impregnasi menggunakan CaO ke dalam silika dari abu sekam padi hasil pembuatan (sintesis) sebelumnya. Akibatnya gugus fungsi $Si-O-Logam$ mampu terdeteksi melalui adanya serapan gugus fungsi $Si-O-M^+$ yang dapat dilihat pada daerah serapan $996,92\text{ cm}^{-1}$.



Gambar 6. Spektra FTIR silika termodifikiasi kalsium

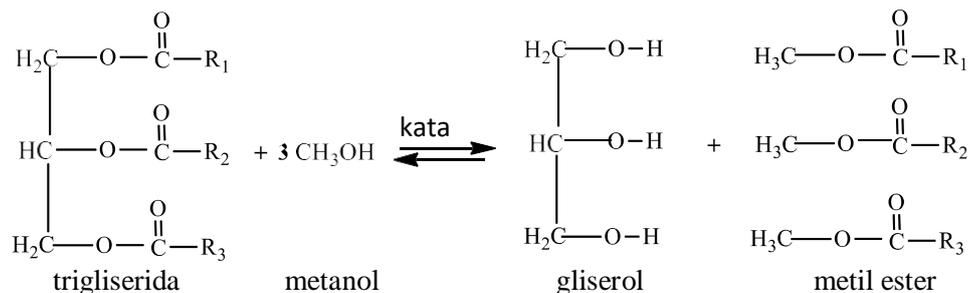
Berdasarkan hasil analisis XRF, unsur Si dan Ca merupakan unsur dengan komposisi tertinggi dari unsur lainnya. Kandungan unsur Ca yang merupakan komponen yang impregnasikan ke dalam silika hasil sintesis mencapai 73,64% dan silika 24,6%. Persentase ini turut mendukung interpretasi bahwa sintesis silika termodifikasi kalsium oksida (CaO) ini berhasil dilakukan.

Hasil Preparasi Minyak Jelantah

Preparasi minyak jelantah terdiri dari dua bagian yaitu pemanasan dan penyaringan. Minyak jelantah hasil preparasi (Gambar 3 (b)) terlihat secara fisik lebih bersih dari pengotor terutama partikel padat dan warnanya lebih jernih dari sebelum dipreparasi (Gambar 3 (a)).

Hasil Uji Sifat Katalitik dalam Transesterifikasi Minyak Jelantah

Transesterifikasi merupakan reaksi antara trigliserida dalam minyak nabati dan alkohol yang menghasilkan produk berupa biodiesel (mono-alkil ester) dan gliserol, dengan persamaan reaksi seperti di bawah ini.



Uji sifat katalitik dari katalis silika dan silika termodifikasi kalsium oksida menghasilkan produk biodiesel dengan karakteristik seperti Tabel 1 berikut ini yang dibandingkan dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) 7182:2015-Biodiesel dari Badan Standarisasi Nasional [16].

Tabel 1. Karakterisasi biodiesel sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI)

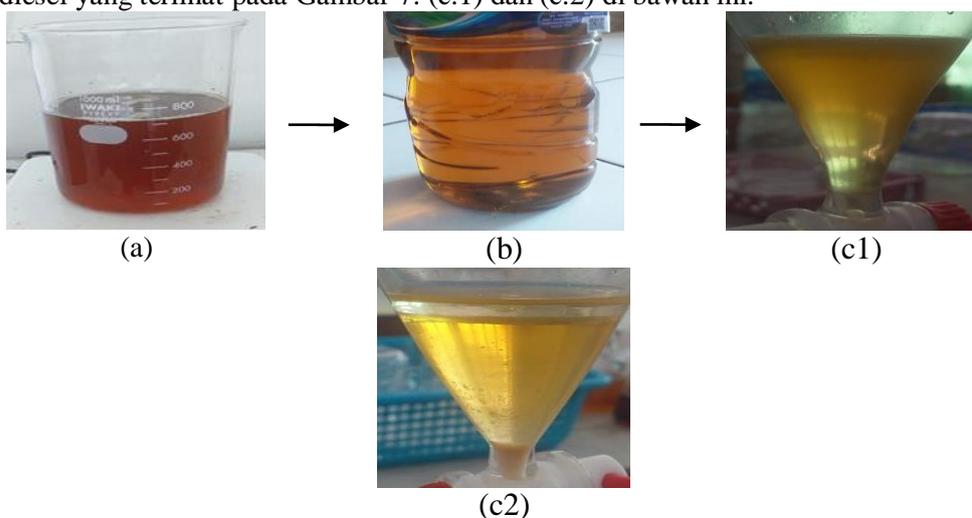
Parameter (satuan)	Standar biodiesel (SNI)	Sampel	
		Biodiesel dengan katalis silika	Biodiesel dengan katalis silika termo difikasi kalsium oksida
Massa jenis (kg/m^3)	850-890	862,7	886,4
Viskositas (mm^2/s)	2,3-6,0	2,81	2,78
Kadar air (%)	max.0,05	0,033	0,024

SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I UNIVERSITAS NUSA CENDANA

Kupang, 31 Maret 2022

Bilangan asam (mg-KOH/g)	max.0,8	0,389	0,561
Titik tuang (°C)	max.18	15	15
Titik kabut (°C)	max.18	13	13
Uji nyala	Nyala	Nyala	Nyala
Warna	-	Kuning (pucat)	Kuning (jernih)
Yield	-	58,2%	78,3%

Berdasarkan data katakteristik biodiesel dari masing-masing katalis hasil sintesis sebelumnya dan data standar biodiesel tersebut, dapat dilihat bahwa produk target berupa biodiesel yang dihasilkan dalam penelitian ini memenuhi spesifikasi biodiesel standar, artinya komponen tersebut merupakan biodiesel yang terlihat pada Gambar 7. (c.1) dan (c.2) di bawah ini.



Gambar 7. (a)sebelum dipreparasi; (b)sesudah dipreparasi; (c1)biodiesel (katalis) ;
(c2) biodiesel (katalis silika termodifikasi)

Proses transesterifikasi sebagai uji sifat katalitik dari katalis silika dan katalis silika termodifikasi kalsium oksida dalam penelitian ini menghasilkan produk berupa biodiesel dengan *yield* masing-masing sebesar 58,2% untuk biodiesel dengan katalis silika dan 78,3% untuk biodiesel dengan katalis silika termodifikasi kalsium oksida. Persentase *yield* kedua biodiesel ini merepresentasikan bahwa kedua katalis yang dibuat dalam penelitian ini bekerja cukup baik sebagai katalis. Katalis silika termodifikasi kalsium oksida menghasilkan *yield* dengan persentase yang lebih besar menunjukkan bahwa katalis silika hasil modifikasi ini mampu meningkatkan kinerjanya sebagai katalis.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa silika mengandung unsur Si dengan kadar mencapai 97,1% dan silika hasil modifikasi mengandung unsur Si dan Ca berturut-turut adalah 24,6% dan 73,64%. Hasil karakterisasi dengan FTIR menunjukkan munculnya serapan dari gugus silanol (Si-OH), siloksan (Si-O-Si) pada kedua katalis serta serapan Si-O-Logam (Si-O-M⁺) yaitu logam kalsium pada silika termodifikasi kalsium oksida. Kedua katalis hasil sintesis menunjukkan strukturnya amorf. Persentase *yield* biodiesel hasil transesterifikasi minyak jelantah menggunakan katalis silika dan silika termodifikasi kalsium oksida berturut-turut sebesar 58,2% dan 78,3%.

Adapun saran dalam penelitian ini yaitu perlu dilakukan pretreatment kepada bahan awal seperti minyak sebelum dikonversi menjadi biodiesel untuk mengoptimalkan produk biodiesel yang diperoleh, perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk karakterisasi biodiesel yang dihasilkan dengan menggunakan analisis GC-MS, serta perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mengembangkan bahan

SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I UNIVERSITAS NUSA CENDANA

Kupang, 31 Maret 2022

katalis seperti modifikasi dengan material anorganik lainnya untuk pembuatan produk lain yang bermanfaat bagi masyarakat dan memiliki nilai ekonomis tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Handayani, P., Nurjanah E. dan Rengga, W. 2014. Pemanfaatan Limbah Sekam Padi menjadi Silika Gel. *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*. 4(2): 55-59.
- [2] Salman, M.N., D. Krisdiyanto, Khamidinal, K. dan Arsanti, P. 2015. Preparasi Katalis Silika Sulfat dari Abu Sekam Padi dan Uji Katalitik pada Reaksi Esterifikasi Gliserol dengan Anhidrida. *Jurnal Teknik Kimia*. 15(4): 231-240.
- [3] Yasin, M. 2011. *Pengaruh Konsentrasi Katalis KOH terhadap Sintesis Biodiesel dari Minyak Limbah Industri Kelapa Sawit*. Skripsi. Program Studi Kimia Fakiultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
- [4] Hidayati, N., Ariyanto, T.S. dan Septiawan, H. 2017. Transesterifikasi Minyak Goreng Bekas menjadi Biodiesel dengan Katalis Kalsium Oksida. *Jurnal Teknologi Bahan Alam*. 1(1): 1-5.
- [5] Ningtyas, D.P., Budhiyanti, S.A. dan Sahubawa, L. 2013. Transesterifikasi Terhadap Kualitas Biofuel dari Minyak Tepung Ikan Sardin. *Jurnal Teknosains*. 2(2): 71-158.
- [6] Savitri, N.A.S. dan Aziz, I. 2016. Pembuatan Katalis Asam ($\text{Ni}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$) dan Katalis Basa ($\text{Mg}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$) dan Aplikasi Pembuatan Biodiesel Bahan Baku Minyak Jelantah. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Ilmu Kimia*. 2(1):1-10.
- [7] Haryono, Yuliyati, Y.B., Noviyanti, A.R., Rizal, M. dan Nurjanah, S. 2020. Karakterisasi Biodiesel dari Minyak Kemiri Sunan dengan Katalis Heterogen Silika Terimpregnasi Kalsium Oksida. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*. 31(1): 1-68.
- [8] Wogo, H.E. dan Ndoen, M.C.W. 2020. Optimasi Volume Larutan Prekursor Natrium Silikat Hasil Pengolahan Abu Sekam Padi terhadap Kelenturan Plastik Komposit Silika Terimobilisasi EDTA-Ag dan Kitosan. *Jurnal Saintek Lahan Kering*. 3(1): 16-19.
- [9] Meda, M.I. 2021. *Pembuatan Semen Geopolimer dari Fly Ash dengan Aktivator KOH dan KSiO_3 yang Disintesis dari Sekam Padi*. Skripsi. Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknik. Universitas Nusa Cendana.
- [10] Wogo, H.E., Kedjo, G.Y., Selan, O.Th.E dan Ola, A.R.B. 2017. *Sintesis Plastik Antibakteri*. Prosiding Seminar Nasional 2 Laboratorium Riset Terpadu Undana 2017. 15-23.
- [11] Besin, M.E. 2021. *Sintesis Silika Termodifikasi Asam Laurat dari Abu Sekam Padi*. Prosiding Webinar Nasional Pendidikan dan Sains Kimia 3 Tahun 2020. 82-89.
- [12] Doni, Z.J.P. 2015. *Pengaruh Rasio Silika Alumina pada Kristalisasi ZSM-5 dari Kaolin Bangka dan Abu Sekam Padi*. Skripsi. Jurusan Kimia Fakultas MIPA Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya.
- [13] Siregar, H. 2018. *Pembuatan dan Karakterisasi Katalis K-Silika Berbasis Daun Bambu untuk Reaksi Transesterifikasi*. Skripsi. Departemen Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara.
- [14] Uriastanti, O., Mahatmanti, F.W., Prasetya, A.T., dan Sari, E.P. 2016. Preparasi dan Karakterisasi Silika Limbah Leaching Zirkon sebagai Adsorben Ion Fe(III). *Indonesian Journal of Chemical Science*. 5(3): 221-224.
- [15] Waseem, M., Mustafa, S., Naem, A., Shah, K.H., Shah, I. dan Haque, I.U. 2009. Synthesis and Characterization of Silica by Sol Gel Method. *Journal of Pakistan Materials Society*. 3(1): 19-21.
- [16] Badan Standarisasi Nasional (BSN). 2015. *Standar Nasional Biodiesel (SNI)*. Jakarta.

KOMPOSISI KIMIA DAN AKTIVITAS ANTIBAKTERI DARI MINYAK ATSIRI DAUN SIKAT BOTOL (*Melaleuca viminalis*) SEBAGAI BAHAN DASAR PEMBUATAN *HAND SANITIZER*

Antonius R.B. Ola, Titus Lapailaka dan Selvince T.G Appah

Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Jl. Adi Sucipto
Penfui-Kec. Maulafa, Kupang, 85001, Indonesia.
E-mail: ola.antonius@gmail.com

Abstrak

Pembuatan formulasi gel Hand sanitizer minyak atsiri daun Sikat Botol (*Melaleuca viminalis*) dilakukan dengan beberapa tahapan. Daun Sikat Botol (*Melaleuca viminalis*) didestilasi dengan menggunakan destilasi uap air untuk memperoleh minyak atsiri. Minyak atsiri yang dihasilkan dianalisis menggunakan GC-MS, diuji aktivitas antibakteri serta sebagai bahan dasar pembuatan Hand sanitizer. Hasil destilasi uap air yang diperoleh rendemen minyak Sikat Botol sebesar 0,961%. Hasil analisis GC-MS di peroleh senyawa yang memiliki komposisi terbesar yaitu 1,8-cineole sebesar 82,40%. Aktivitas antibakteri diuji menggunakan metode cakram kertas dengan hasil yang diperoleh yaitu ekstrak minyak atsiri daun Sikat Botol (*Melaleuca viminalis*) memiliki aktivitas bakteri gram negatif *Escherichia coli* menunjukkan respon hambatan sangat kuat dengan Diameter Daerah Hambatan (DDH) sebesar 16,43 mm sedangkan bakteri gram positif *Staphylococcus aureus* Diameter Daerah Hambatan (DDH) pada bakteri sebesar 15,56 mm. Sediaan Formulasi gel hand sanitizer dengan minyak atsiri daun Sikat Botol (*Melaleuca viminalis*), aloe vera sanitizer, vitamin E, dan alkohol 5%, campuran dari keempat bahan ini membentuk formula sediaan gel hand sanitizer yang stabil dengan tekstur yang lembut dan aroma yang khas dari minyak atsiri daun Sikat Botol yang efektif sebagai sediaan antiseptik.

Kata kunci: *Hand sanitizer, Minyak atsiri, Sikat Botol (Melaleuca viminalis), Aktivitas antibakteri.*

Abstract

The formulation of hand sanitizer gel of Sikat botol leaves (*Melaleuca viminalis*) is done with several stages. Sikat Botol leaves (*Melaleuca viminalis*) are distilled using water vapor distillation to obtain essential oils. The resulting essential oils were analyzed using GC-MS, tested for antibacterial activity as well as as a basic ingredient in making hand sanitizers. The result of water vapor distillation obtained by the yield of Sikat Botol leaves (*Melaleuca viminalis*) essential oils by 0.961%. GC-MS analysis results obtained the compound that has the largest composition, which is 1.8-cineole at 82.40%. Antibacterial activity was tested using the paper disc method with the results obtained, namely Sikat botol leaf essential oil extract (*Melaleuca viminalis*) has gram negative bacterial activity *Escherichia coli* showed a very strong resistance response with a Diameter of Barrier Area (DDH) of 16.43 mm while gram positive bacteria *Staphylococcus aureus* Diameter Area Resistance (DDH) in bacteria of 15.56 mm. Sikat Botol leaves (*Melaleuca viminalis*) essential oils, aloe vera sanitizer, vitamin E, and 5% alcohol, a mixture of these four ingredients forms a stable hand sanitizer gel preparation formula with a soft texture and aroma typical of Sikat botol leaf essential oil that is effective as an antiseptic preparation.

Keywords: Hand Sanitizer, Sikat Botol Leaves (*Melaleuca viminalis*), essential oils, Antibacterial activity

PENDAHULUAN

Tanaman Sikat Botol atau *Callistemon viminalis* berasal dari Australia namun dibudidayakan dan diperkenalkan lebih luas di Asia tropis salah satunya Indonesia. Di Indonesia tanaman Sikat Botol umumnya digunakan dalam pengobatan tradisional untuk mengatasi masalah kesehatan yang berkaitan dengan kondisi pernapasan (asma), sakit perut, infeksi kulit dan penyakit lain yang disebabkan oleh bakteri[1].

Menurut penelitian Oyedeji.O *et al.*, (2009) komposisi kimia minyak atsiri daun Sikat Botol (*Callistemon viminalis*) asal Afrika Selatan, diperoleh bahwa minyak *C. viminalis* memiliki 12 komposisi kimia, dengan senyawa utama adalah monoterpen beroksigen yaitu 1,8-cineole sebanyak (83,2%) [5]. Adapun kandungan lainnya adalah hidrokarbon monoterpen seperti α -pinene (6,4%), α -

SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I UNIVERSITAS NUSA CENDANA

Kupang, 31 Maret 2022

terpineol (4,9%) dan β -Pinene (0,9%). Selain itu komposisi minor lainnya seperti α -terpinene, linalool, trans-pinocarveol, terpinen-4-ol dan geraniol. Senyawa - senyawa tersebut diketahui merupakan senyawa pengembang sifat antibakteri (bakteriostatik) tanaman Sikat Botol.

Hand Sanitizer merupakan pembersih tangan yang memiliki kemampuan antibakteri dalam menghambat hingga membunuh bakteri [6]. *Hand sanitizer* banyak digunakan karena praktis, mudah dibawa dan cepat digunakan tanpa perlu menggunakan air saat keadaan darurat. Kandungan aktif yang sering ditemukan pada *Hand sanitizer* di pasaran adalah 62% etil alkohol, dimana kandungan tersebut bermanfaat untuk membunuh bakteri. Efektivitas sifat antibakteri suatu *hand sanitizer* ditentukan oleh berbagai faktor seperti, jenis antiseptik yang digunakan dan banyaknya metode penelitian serta target organisme.

Menurut Dahlia (2014), komposisi kimia dan aktivitas antibakteri dari suatu tanaman sangat bervariasi bergantung pada beberapa faktor yaitu: letak geografis, musim, jenis dan asal tanaman. Hal ini menunjukkan komposisi kimia dan aktivitas antibakteri dari daun sikat botol (*Melaleuca viminalis*) sangat dipengaruhi oleh letak geografis, musim dan asal tanaman [3].

Berdasarkan tinjauan yang ada belum dilakukan penelitian mengenai aktivitas antibakteri minyak atsiri daun Sikat Botol (*Melaleuca viminalis*) asal Kota Kupang Nusa Tenggara Timur. Maka peneliti telah melakukan penelitian dengan judul "Komposisi Kimia dan Aktivitas Antibakteri Minyak Atsiri dari Daun Sikat Botol (*Melaleuca viminalis*) Sebagai Bahan Dasar Pembuatan *Hand Sanitizer*".

METODE PENELITIAN

Penelitian ini telah dilaksanakan di Laboratorium Riset Terpadu Biosains Universitas Nusa Cendana Kupang, analisis GC-MS di Laboratorium Universitas Brawijaya Malang dan uji aktivitas antibakteri di Laboratorium Biologi FKIP Undana Kupang. Penelitian ini telah dilaksanakan dari bulan Mei 2021 – Agustus 2021.

Bahan dan Alat

Bahan uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah daun Sikat Botol, dietil eter, Na_2SO_4 anhidrat, aquades, kapas, alkohol 70%, Nutrien Agar, Mueller Hinton Agar, kertas saring, ekstrak *aleo vera* khusus *sanitizer*, essential oil (olive oil), biakan bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*.

Alat uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah GC-MS, Seperangkat alat destilasi uap-air, gelas kimia, cawan petri, corong pisah, jarum ose, mikropipet, botol vial, pengaduk, dan Botol spray.

Lokasi pengambilan dan Preparasi Sampel

Sampel daun Sikat Botol (*melaleuca viminalis*) diambil dari Kelurahan Lasiana, Kecamatan Kelapa Lima, Kota Kupang. Daun Sikat Botol (*Melaleuca viminalis*) sebanyak ± 2 kg dibersihkan, dipotong kecil-kecil, kemudian dikering anginkan pada suhu kamar di ruangan terbuka yang tidak terkena cahaya matahari langsung, kemudian dihaluskan dengan cara diblender.

Isolasi Minyak Atsiri Sikat Botol (*Melaleuca viminalis*)

Serbuk daun Sikat Botol ditimbang sebanyak 150 gram ditambah 1000 mL aquades dan didestilasi uap-air selama kurang lebih 3 jam. Selanjutnya ke dalam distilat ditambahkan dietil eter sehingga membentuk dua lapisan yaitu lapisan atas yang merupakan fasa organik dan lapisan bawah merupakan fasa air. Lapisan organik selanjutnya dipisahkan menggunakan corong pisah dan ditambahkan Na_2SO_4 anhidrat untuk mengikat sisa-sisa air. Selanjutnya minyak daun sikat botol yang diperoleh dihitung rendemennya dan dianalisis senyawa volatilnya dengan menggunakan GC-MS.

Uji Aktivitas Antibakteri

Sterilisasi Alat dan Bahan

Alat- alat yang digunakan untuk uji aktivitas antibakteri dibungkus dengan alomunium foil dan disterilkan dalam autoklaf pada suhu 121°C selama 30 menit untuk menghindari terjadinya kontaminasi. Sedangkan medium yang akan disterilkan bersamaan dengan peralatan setiap pembuatan media.

Pembuatan Media Medium NA

Nutrient Agar 20 gram dilarutkan dengan 1000 mL aquades, kemudian dipanaskan sampai homogen, bubuk NA benar-benar larut kemudian dimasukkan dalam beberapa tabung reaksi steril

SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I UNIVERSITAS NUSA CENDANA

Kupang, 31 Maret 2022

masing-masing 5 mL dan ditutup dengan aluminium foil. *Nutrient Agar* yang ada disterilkan dalam *autoclave* sampai suhu 121°C selama 15 menit, kemudian dibiarkan pada suhu ruangan selama ±30 menit sampai media memadat pada kemiringan 30°. Media agar miring digunakan untuk inokulasi bakteri.

Pengujian Aktivitas Antibakteri Dengan Metode Kertas Cakram

Kultur taburan (*S. aureus* dan *E. coli*) dibuat pada medium Mueller Hinton Agar dan diinkubasi pada suhu 37 °C selama 24 jam. Medium Mueller Hinton Agar sebanyak 10 mL dituang dalam cawan petridish steril dan dibiarkan beku sebagai lapisan dasar (fondasi). Sebanyak 5 mL medium Mueller Hinton Agar yang agak dingin dengan suhu 45-48 °C, dicampur dengan bakteri uji sebanyak 1 mL. Setelah dicampur rata bakteri, dituangkan diatas lapisan dasar medium dan disebar secara merata menggunakan spreader steril. Kemudian kertas cakram dibuat bulat kecil-kecil dengan diameter 1 cm dan dicelupkan didalam minyak atsiri Sikat Botol yang diisi pada gelas kimia hingga meresap, selanjutnya diambil menggunakan pinset yang steril dan diletakan dalam medium, selanjutnya dibuat 6 medium untuk 3 kali pengulangan 3 medium berisi bakteri *E.coli* dan 3 medium lainnya berisi bakteri *S. aureus*. Untuk satu medium terdapat 3 potongan kertas cakram yang terbagi menjadi 1 kontrol positif berisi tetrasiklin 30 mg/mL, 1 kontrol negatif berisi aquades sebanyak 1 mL dan potongan kertas cakram yang ketiga berisi ekstrak minyak Sikat Botol. Setelah itu diinkubasi pada suhu 37 °C selama 24 jam. Kemudian diameter zona hambat diukur dengan *colony counter*. Daya penghambat terlihat dengan adanya minyak

Pembuatan Gel Hand Sanitizer Dari Minyak Atsiri Daun Sikat Botol (*Melaleuca viminalis*).

Sebanyak 2,5 mL alkohol 5% dimasukkan kedalam gelas kimia dan ditambahkan minyak atsiri daun Sikat Botol 0,3 mL kemudian dicampur larutan tersebut hingga homogen. Pada larutan tersebut ditambahkan satu kapsul vitamin E diaduk hingga tercampur merata. Selanjutnya dimasukkan *Aloe vera* khusus *sanitizer* sebanyak 25 gram di dalam larutan serta diaduk hingga tercampur merata. Kemudian dimasukkan kedalam dalam botol yang sudah disterilkan. Cairan *hand sanitizer* siap digunakan. Selanjutnya dilakukan pengujian sediaan gel *hand sanitizer* sebagai berikut:

Pengujian Organoleptik

Pengamatan dilihat secara langsung bentuk, warna, dan bau dari gel *hand sanitizer* yang dibuat. Gel biasanya jernih dengan konsistensi setengah padat [8]

Pengujian pH

Penentuan pH sediaan dilakukan dengan menggunakan alat ukur pH meter yang dicelupkan ke dalam sampel gel *hand sanitizer*. Setelah tercelup dengan sempurna, alat ukur pH meter tersebut akan memunculkan angka pH. pH sediaan gel *hand sanitizer* harus sesuai pH kulit yaitu 4,5-8 [9].

Pengujian Iritasi Pada Kulit

Menurut Tranggono *et al.*, (2007) dan Sulaksmono (2016), uji iritasi gel *hand sanitizer* dilakukan pada 10 orang panelis dengan cara mengoleskan *hand sanitizer* pada telapak tangan, hasil dinilai 15 sampai 30 menit setelah dioleskan pada telapak tangan. Hasil dinilai dari efek iritasi yang terlihat apakah sediaan gel menimbulkan iritasi pada kulit yang diuji atau tidak [9].

Uji Aktivitas Antibakteri terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*

Pengujian aktivitas antibakteri dilakukan dengan metode difusi cakram. Dengan media NA ditambahkan suspensi mikroba uji 100 µL dengan mikropipet steril dan diratakan dengan menggunakan spreader untuk dilakukan peremajaan bakteri uji dengan suhu 37 °C selama 24 jam. Kemudian dalam cawan petri steril ditambahkan MHA sebanyak 10 mL dituangkan dalam cawan petridish steril dan dibiarkan beku sebagai lapisan dasar (fondasi). Sebanyak 5 mL MHA yang agak dingin dengan suhu 45-48 °C, dicampur dengan bakteri uji sebanyak 1 mL. Setelah dicampur rata bakteri, dituangkan diatas lapisan dasar medium dan disebar secara merata menggunakan spreader steril. Kemudian kertas cakram bulat diameter 1 cm dicelupkan didalam gel *Hand sanitizer* minyak atsiri daun Sikat Botol yang diisi pada gelas kimia hingga meresap, selanjutnya diambil menggunakan pinset yang steril dan diletakan pada medium. Untuk satu medium terdapat 3 potongan kertas cakram yang terbagi menjadi 1 kontrol positif berisi tetrasiklin 30 mg/mL, 1 kontrol negatif berisi aquades sebanyak 1 mL dan potongan kertas cakram yang ketiga gel *Hand sanitizer* minyak atsiri daun Sikat Botol. Setelah itu diinkubasi pada suhu 37 °C selama 24 jam. Pengujian dilakukan satu kali, kemudian

SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I UNIVERSITAS NUSA CENDANA

Kupang, 31 Maret 2022

diameter zona hambat diukur dengan *colony counter*. Daya penghambat terlihat dengan adanya gel *Hand sanitizer* jernih di sekitar kertas cakram.

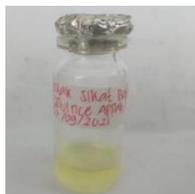
HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bermaksud untuk mengetahui komposisi kimia dan aktivitas antibakteri minyak atsiri dari daun Sikat Botol (*Melaleuca viminalis*) yang diambil dari kelurahan Lasiana Kecamatan Kelapa Lima Kota Kupang Nusa Tenggara Timur. Minyak yang diperoleh digunakan sebagai bahan dasar pembuatan *Hand sanitizer*.

Isolasi Minyak Atsiri

Proses isolasi minyak atsiri dilakukan menggunakan metode destilasi uap air. Hal ini dikarenakan metode yang digunakan sesuai untuk ekstraksi minyak atsiri dengan proses penyulingan. Hal ini dikarenakan metode yang digunakan sesuai untuk ekstraksi minyak atsiri dengan proses penyulingan. Pelarut yang digunakan dalam proses destilasi ini adalah aquades dengan tujuan untuk mengekstrak minyak di dalam sampel dengan baik. Hasil destilasi yang diperoleh dihitung Hasil destilasi yang diperoleh dihitung rendemen minyak menggunakan rumus:

$$\% \text{ Rendemen} = \frac{\text{berat minyak yang diperoleh}}{\text{berat sampel}} \times 100\% \quad (1)$$

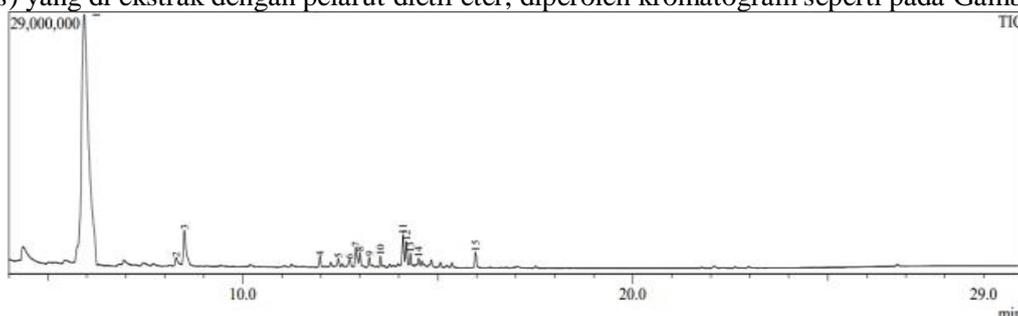


Gambar 1. Hasil destilasi

Hasil destilasi yang diperoleh dimana % rendemen yang diperoleh sebesar 0,961% serta minyak diperoleh berwarna kuning dengan bau yang khas. Minyak atsiri daun Sikat Botol yang diperoleh kemudian dianalisis komposisi kimianya menggunakan analisis GC-MS.

Analisis Komponen Minyak Atsiri Daun Sikat Botol (*Melaleuca viminalis*) dengan Instrumen GC-MS

Minyak atsiri daun Sikat Botol (*Melaleuca viminalis*) yang dihasilkan, dianalisis komposisi kimianya menggunakan instrumen GC-MS. Hasil analisis minyak atsiri daun Sikat Botol (*Melaleuca viminalis*) yang di ekstrak dengan pelarut dietil eter, diperoleh kromatogram seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Hasil Kromatogram minyak atsiri daun Sikat Botol (*Melaleuca viminalis*).

Pada Gambar 2. diatas menunjukkan bahwa data kromatogram dari analisis kromatografi gas (GC) menghasilkan 15 puncak atau senyawa volatil pada daun sikat botol yang teranalisis. Data kromatogram yang diperoleh ada 5 puncak tertinggi yang merupakan komposisi penyusun minyak atsiri daun sikat botol yang disertai waktu retensi dan % komposisi.

Kemudian analisis komponen dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer massa, sehingga spektra massa dari masing-masing puncak pada kromatogram GC dapat diperoleh. Analisis spektra massa umumnya didasarkan pada puncak dasar, indeks kemiripan (SI).

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA**

Kupang, 31 Maret 2022

Analisis Spektra Massa (MS) Dari Minyak Atsiri Daun Sikat Botol.

Data kromatogram tersebut menunjukkan terdapat 15 puncak hasil analisis GC-MS. Dari 15 puncak yang ada terdapat 5 komponen senyawa utama penyusun minyak atsiri daun Sikat Botol (*Melaleuca viminalis*). Komponen penyusun minyak atsiri daun Sikat Botol dapat dilihat pada Tabel 3 dimana 5 senyawa utama diberi warna berbeda dengan senyawa penyusun lainnya

Table 1. Komponen penyusun minyak atsiri daun Sikat Botol (*Melaleuca viminalis*).

No	Waktu Retensi	Puncak (% Area)	Nama Senyawa	Similiar Indeks
1	5.934	82.40	1,8-Cineole	97
2	8,297	0.90	3-cyclohexen-1-ol	95
3	8.502	4.49	Linalyl propionate	97
4	11.978	0.69	Trans-Caryophyllene	96
5	12.448	0.66	Alpha-Humulene	96
6	12.739	0.59	Alpha-Muurolene	90
7	12.899	1.82	Beta-Selinene	92
8	13.005	0.93	Alpha-Selinene	95
9	13.245	0.61	2-Cyclopenten-1-one	78
10	13.526	0.66	Viridiflorol	73
11	14.109	2.27	-Spathulenol	97
12	14.194	1.64	-Caryophyllenc oxide	94
13	14.300	0.73	VERIDIFLOROL	94
14	14.509	0.46	HUMULENE OXIDE	86
15	15.968	1.15	3-Acetyl-2,4,4-trimethylhex-2-en-1-one	69

Analisis Spektra sebagai berikut:

Senyawa 1

Dapat diketahui bahwa senyawa 1, dengan waktu retensi 5.934, jumlah presentase 82,40% adalah 1,8-cineole dengan base peak 43.05 m/z, dan indeks kemiripan 97%.

Identifikasi senyawa 3

Dapat diketahui bahwa senyawa 3, dengan waktu retensi 8.502, jumlah presentase 4,49% adalah Linalyl propionate dengan base peak 59.05 m/z, dan indeks kemiripan 97%.

Identifikasi senyawa 7

Dapat diketahui bahwa senyawa 7, dengan waktu retensi 12.899, jumlah presentase 1,82% adalah beta-Selinene dengan base peak 105.05 m/z, dan indeks kemiripan 92%.

Identifikasi senyawa 11

Dapat diketahui bahwa senyawa 11, dengan waktu retensi 14.109, jumlah presentase 2,27% adalah Spathulenol dengan base peak 43.05 m/z, dan indeks kemiripan 97%.

Identifikasi senyawa 12

Dapat diketahui bahwa senyawa 12, dengan waktu retensi 14.194, jumlah presentase 1,64% adalah Caryophyllene oxide dengan base peak 43.05 m/z, dan indeks kemiripan 94%.

Berdasarkan hasil analisis GC dan MS di atas, dapat dilihat bahwa daun Sikat Botol (*Melaleuca viminalis*) yang diambil dari Kelurahan Lasiana Kecamatan Kelapa Lima Kota Kupang memiliki komposisi yang berbeda. Hasil yang diperoleh sebanyak 15 senyawa dengan 5 komposisi yang

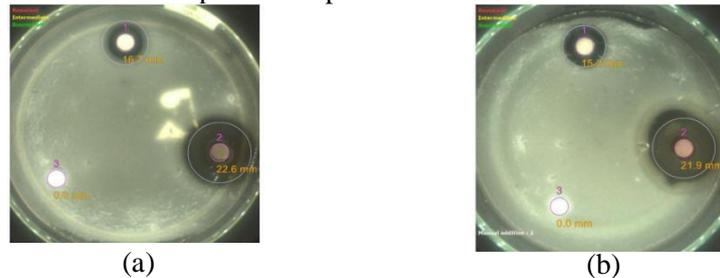
SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I UNIVERSITAS NUSA CENDANA

Kupang, 31 Maret 2022

memiliki komposisi cukup besar, dengan komposisi kimia terbesarnya adalah senyawa 1,8-cineole sebesar 82,40%. Hal ini menunjukkan bahwa senyawa ini diperkirakan dapat menghambat bakteri pada minyak Sikat Botol, sehingga tahap selanjutnya dapat dilakukan uji antibakteri.

Uji Aktivitas Antibakteri

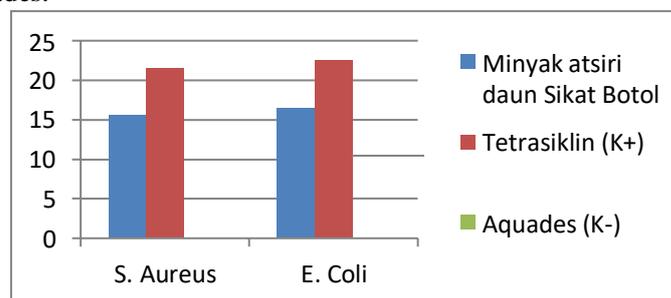
Metode yang digunakan pada penelitian tahap uji aktivitas antibakteri yakni menggunakan metode difusi cakram kertas, karena metode ini memiliki beberapa keunggulan seperti cara pengujiannya sederhana dan mudah untuk menganalisis hasil yang diperoleh serta dapat menguji mikroorganisme agen antimikroba [2]. Aktivitas antibakteri ditandai dengan adanya zona bening di sekitar kertas cakram yang disebut dengan diameter daerah hambatan (DDH). Hasil uji aktivitas antibakteri dari minyak sikat botol dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Uji aktivitas antibakteri minyak atsiri daun Sikat Botol terhadap (a) *E. Coli* dan (b) *S.aureus*.

Keterangan Gambar :

- (1) Ekstrak daun Sikat Botol,
- (2) Kontrol (+) Tetrasiklin
- (3) Kontrol (-) Aquades.



Grafik 1. Diameter daerah hambatan pertumbuhan bakteri oleh minyak atsiri Sikat Botol (*Melaleuca viminalis*).

Grafik 1 menunjukkan bahwa hasil aktivitas antibakteri dari minyak sikat botol dimana, pada Grafik 1 diatas kontrol positif berwarna merah, kontrol negatif berwarna hijau dan ekstrak minyak daun Sikat Botol berwarna biru. kontrol positif berupa antibiotik tetrasiklin sebanyak 30 mg/mL, penggunaan tetrasiklin sebagai kontrol positif bertujuan melihat zona hambat bakteri uji yang dilihat dari zona radikal, sedangkan kontrol negatif yang digunakan adalah aquades sebanyak 1 mL dengan tujuan untuk menahan laju hambat dari aktivitas antibakteri dan juga untuk membuktikan aquades tidak berpengaruh dalam aktivitas antibakteri.

Minyak Sikat Botol yang digunakan sebanyak 100 μ L. Hasil uji pengukuran daya hambat terhadap bakteri gram positif (*Staphylococcus aureus*) memiliki daya hambat bakteri sebesar 15,56 mm dan bakteri gram negatif (*Escherichia coli*) memiliki daya hambat bakteri sebesar 16,43 mm. Sedangkan untuk antibiotik tetrasiklin memiliki daya hambat terhadap bakteri gram positif (*Staphylococcus aureus*) sebesar 21,5 mm dan bakteri gram negatif (*Escherichia coli*) yaitu 22,46 mm. Menurut Davis dan Stout (1971) menjelaskan bahwa penentuan kekuatan aktivitas antibakteri ditentukan berdasarkan standar yang dapat dilihat pada Tabel 2 [7].

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA
Kupang, 31 Maret 2022**

Tabel 2. Klasifikasi respon daerah hambatan pertumbuhan bakteri.

Diameter Daerah Hambatan (mm)	Respon Hambatan Pertumbuhan Bakteri
≤ 5	Lemah
5-10	Sedang
10-20	Kuat
≥ 20	Sangat Kuat

Data hasil pengukuran daya hambat menunjukkan bahwa bakteri gram negatif memiliki daya hambat yang lebih kuat dari pada bakteri gram positif terhadap minyak Sikat Botol dan tetrasiklin. Minyak Sikat Botol dan tetrasiklin memiliki daya hambat yang baik terhadap pertumbuhan bakteri gram negatif. Hal ini dilihat dari pertumbuhan bakteri terhadap bahan uji tetrasiklin memiliki zona hambat yang lebih besar dibandingkan minyak sikat botol yang merupakan kontrol negatif, sehingga minyak sikat botol dapat menahan laju pertumbuhan bakteri gram positif.

Kontrol negatif yang digunakan yaitu larutan Aquades menunjukkan adanya zona hambat pada pengujian terhadap bakteri gram positif (*Staphylococcus aureus*) maupun bakteri gram negatif (*Escherichia coli*). Daya hambat bakteri pada minyak Sikat Botol yang dilihat pada Grafik 1 diatas menunjukkan bahwa Aquades yang digunakan sebagai kontrol negatif tidak menghambat dan menahan laju pertumbuhan bakteri melainkan karena aktivitas dari minyak sikat botol, sehingga aktivitas antibakteri tidak dipengaruhi oleh pelarut Aquades.

Kontrol positif yang digunakan berupa antibiotik Tetrasiklin menunjukkan perbedaan yang konkrit, dimana kontrol ini menghasilkan aktivitas antibakteri yang paling besar dibandingkan dengan kontrol negatif minyak dan juga bahan uji. Bakteri gram negatif dan gram positif yang digunakan dalam penelitian ini memiliki konsentrasi 10^1 cfu/mL dan jumlah minyak Sikat Botol yang digunakan 100 μ L. Bakteri yang digunakan dalam uji aktivitas antibakteri lebih banyak dibandingkan dengan minyak Sikat Botol yang digunakan, karena minyak Sikat Botol mempunyai komponen utama 1,8-cineole yang merupakan senyawa monoterpen teroksidasi yang diduga bersifat antibakteri yang kuat. Hal ini didukung dengan adanya senyawa 1,8-cineole yang dapat merusak dinding sel bakteri serta dapat mendenaturasi protein sel dan merusak membran atau dinding sel. Senyawa terpenoid (seukiterpen), selain itu senyawa monoterpenoid juga dapat menghambat pertumbuhan bakteri yang melaporkan bahwa komponen monoterpen (1,8-cineole) lebih aktif dalam mengeluarkan aroma yang khas sehingga dapat merespon daya hambat bakteri serta menahan laju pertumbuhan bakteri gram positif dan gram negatif. Dapat dikatakan bahwa minyak atsiri sikat botol (*Melaleuca viminalis*) Kelurahan Lasiana Kecamatan Kelapa lima Kota Kupang memiliki aktivitas antibakteri yang sangat baik dalam menekan laju hambat bakteri.

Tabel 3. Pengujian aktivitas antibakteri minyak atsiri daun sikat botol terhadap bakteri *S.aureus* dan *E.coli*

Bakteri	Minyak Daun Botol	Atsiri Sikat Botol	Kontrol (+) Tetrasiklin	Kontrol (-) Aquades
<i>S. aureus</i>	15.56 ± 0.12	21.5 ± 0.29	0	0
<i>E.coli</i>	16.43 ± 0.23	22.46 ± 0.23	0	0

Dari data hasil perhitungan standar deviasi yang ditunjukkan pada Tabel 2 menunjukkan hasil yang diperoleh dari 3 pengulangan bakteri lebih kecil dibandingkan dari nilai Rata-rata. Hal ini menunjukkan bahwa jika nilai standar deviasi lebih besar dari nilai rata-rata, maka nilai yang dihasilkan dalam pengukuran daya hambat bakteri kurang baik begitupun sebaliknya jika nilai standar deviasi lebih kecil dari nilai rata-rata maka nilai tersebut dapat digunakan sebagai representasi.

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA
Kupang, 31 Maret 2022**

Gel *Hand sanitizer* dari minyak atsiri daun sikat botol



Gambar 4. Gel *Hand sanitizer* dari minyak atsiri daun sikat botol

Pada penelitian ini bahan yang digunakan pada saat pembuatan *hand sanitizer* yaitu *Aloe vera* sebagai fase air, serta fase minyaknya yaitu minyak atsiri daun Sikat Botol dan vitamin E. Hasil yang diperoleh dari campuran ketiga bahan tersebut terdapat dua lapisan berbeda yaitu lapisan atas minyak dan lapisan bawah air. Kemudian ditambahkan Alkohol 5% yang berfungsi untuk menstabilkan minyak serta mengikat fase air dan minyak sehingga alkohol juga dapat diperkirakan membunuh bakteri. Vitamin E digunakan untuk melindungi kulit dan menjaga kelembaban kulit agar tetap lembut. Selain itu juga *aloe vera* berfungsi sebagai pelembut kulit dan juga dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* [4]. Selanjutnya minyak atsiri daun Sikat Botol digunakan untuk memperkuat antimikroba sekaligus untuk menambah aroma pada *Hand sanitizer*. *Hand sanitizer* yang diperoleh berwarna putih kental serta beraroma yang khas. Selanjutnya dilakukan uji tahap analisis kualitas gel *hand sanitizer* diantaranya yaitu organoleptik, pH, uji iritasi dan uji aktivitas antibakteri (Manus *et al.*, 2016).

Uji Organoleptik

Tabel 4. Hasil Pengujian Organoleptik pada gel *Hand sanitizer* minyak atsiri daun Sikat Botol

Pengujian	Pengamatan			
	Warna	Pemisahan	Bau	Bentuk
Minggu I	Putih Susu	Tidak Ada	Berbau	Gel
Minggu II	Putih Susu	Tidak Ada	Berbau	Gel
Minggu III	Putih Susu	Tidak Ada	Berbau	Gel
Minggu IV	Putih Susu	Tidak Ada	Berbau	Gel

Berdasarkan Tabel 4, diatas dapat dijelaskan bahwa hasil uji organoleptik gel *Hand sanitizer* minyak atsiri daun sikat botol menunjukkan gel *Hand sanitizer* yang bagus setelah penyimpanan selama 1 bulan di dalam suhu ruang tanpa terkena sinar matahari. *Hand sanitizer* memiliki bentuk yang semi padat dengan tekstur yang lembut dan berbau khas dan memiliki warna putih susu (Gambar 4).

Uji pH

Hasil uji pH ini dilakukan untuk mengetahui sensitivitas *hand sanitizer* terhadap kulit. Rentang nilai pH sediaan gel yang memenuhi persyaratan SNI No.06-2588 yaitu 4,5-6,5. Menurut Titaley *et al.*,(2014), kondisi sediaan dengan pH yang sangat rendah mengakibatkan kulit iritasi, sedangkan pada kondisi ph yang sangat tinggi mengakibatkan kulit menjadi bersisik. Uji pH dilakukan dengan mengukur pH *Hand sanitizer* menggunakan alat pH meter [10]. Hasil uji pH gel *Hand sanitizer* yang didapatkan yaitu dengan pH 6,3. Hal ini menjelaskan bahwa gel *Hand sanitizer* minyak atsiri daun Sikat botol telah memenuhi syarat SNI No. 06-2588, serta aman digunakan karena terbuat dari bahan alami dan alkohol yang digunakan juga sebesar 5%.

Uji Iritasi pada Kulit

Hasil uji iritasi kulit dilakukan untuk mengetahui efek samping dari penggunaan gel *Hand sanitizer* terhadap kulit tangan, pada telapak tangan 10 orang panelis yang sukarelawan. Uji iritasi kulit yang sudah dilakukan menunjukkan hasil negatif tidak mengiritasi kulit. Ditandai dengan tidak

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA**

Kupang, 31 Maret 2022

menimbulkan rasa gatal, merah dan panas pada saat pengujian pada telapak tangan 10 orang panelis. Maka dapat disimpulkan bahwa formula sediaan gel *hand sanitizer* bisa digunakan pada kulit dengan aman.

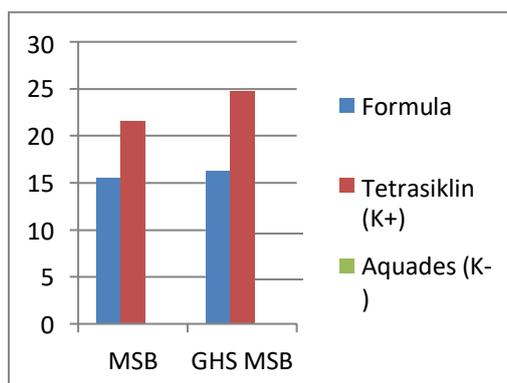
Uji aktivitas antibakteri pada gel *hand sanitizer* minyak atsiri daun Sikat botol terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* .

Uji aktivitas antibakteri ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan *hand sanitizer* dalam menghambat bakteri dengan adanya zona hambat yang terbentuk di sekitar kertas cakram. Menurut Davis dan Stout (1971) menjelaskan bahwa penentuan klasifikasi respon daerah hambatan pertumbuhan bakteri ditentukan berdasarkan standar yang dapat dilihat pada Tabel 2 [7]. Pada metode ini diamati diameter zona hambat terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*. Dengan memperhatikan zona hambat pertumbuhan bakteri di sekitar kertas cakram. Berikut adalah hasil uji aktivitas antibakteri minyak atsiri dan sediaan gel *hand sanitizer* minyak atsiri daun Sikat botol terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*. Dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Perbandingan diameter daerah hambatan pertumbuhan terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* pada minyak atsiri dan gel *hand sanitizer* minyak atsiri dari daun Sikat botol (*Melaleuca viminalis*)

No	Sampel	Diameter Daerah Hambat (mm)		
		Formula	Tetrasiklin (Kontrol Positif)	Aquades (Kontrol Negatif)
1	Minyak atsiri daun sikat botol	15.56	21.5	0
2	Gel <i>hand sanitizer</i> minyak sikat botol	16.3	24.8	0

Berdasarkan Tabel 5, minyak atsiri daun Sikat Botol dan gel *Hand sanitizer* minyak Sikat Botol yang diuji terhadap bakteri *S. aureus* memiliki diameter daya hambat yang berbeda dimana selisih diameter daerah hambat formula antara minyak atsiri Sikat Botol dan gel *Hand sanitizer* minyak Sikat Botol sebesar 0,74 mm sedangkan selisih diameter daerah hambat tetrasiklin antara minyak atsiri Sikat Botol dan formula gel *hand sanitizer* minyak Sikat Botol sebesar 3,3 mm. Adapun selisih 0 mm pada diameter daerah hambat aquades. Grafik diameter daerah hambatan dapat dilihat pada Gambar berikut (Grafik 2).



Grafik 2. Perbandingan diameter daerah hambatan pertumbuhan terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* pada minyak atsiri dan gel *hand sanitizer* dari daun Sikat botol (*Melaleuca viminalis*)

Keterangan: MSB= Minyak Sikat Botol; GHS= Gel *Hand Sanitizer*; dan MSB= Minyak Sikat Botol

Grafik 2. menunjukkan bahwa hasil uji aktivitas antibakteri minyak atsiri dan sediaan gel *hand sanitizer* minyak atsiri daun Sikat Botol terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*. Pada Grafik 2 di atas

SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I UNIVERSITAS NUSA CENDANA

Kupang, 31 Maret 2022

terdapat 3 warna yang berbeda diantaranya warna merah merupakan tetrasiklin sebagai kontrol positif, warna biru minyak atsiri dan formula sediaan gel *hand sanitizer* dari daun Sikat Botol serta warna hijau aquades sebagai kontrol negatif. Dari Grafik 2 diatas dapat dilihat perbandingan diameter minyak atsiri daun Sikat Botol sebesar 15,56 mm dan gel *hand sanitizer* minyak atsiri daun Sikat Botol sebesar 16,3 mm. Kontrol positif pada minyak Sikat Botol 21,5 mm dan gel *hand sanitizer* sebesar 24,8 mm. Kontrol negatif pada minyak atsiri dan sediaan gel *hand sanitizer* minyak atsiri Sikat Botol 0 mm. Oleh karena itu sediaan gel *hand sanitizer* minyak atsiri daun sikat botol aman dan baik digunakan, karena *hand sanitizer* yang dihasilkan telah di uji antibakteri, serta dilihat dari zona hambat yang dihasilkan kuat yakni respon hambatan pertumbuhan bakteri yang dihasilkan dimulai dari 10 mm hingga 20 mm yang artinya kuat sebagai antibakteri dapat dilihat pada Tabel 2 jadi *hand sanitizer* tersebut aman untuk digunakan [7].

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Komponen penyusun minyak atsiri Sikat Botol (*Melaleuca viminalis*) dari Kelurahan Lasiana Kecamatan Kelapa Lima Kota Kupang terdapat 15 senyawa diantaranya 5 komponen utama dengan Komposisi terbesar yaitu 1,8-cineole sebesar 82,40%.
2. Minyak atsiri daun Sikat Botol (*Melaleuca viminalis*) dari Kelurahan Lasiana Kecamatan Kelapa Lima Kota Kupang memiliki antibakteri yang sangat kuat terhadap bakteri gram negatif (*Escherichia coli*) dengan daya hambat sebesar 16,43 mm dari pada bakteri gram positif (*Staphylococcus aureus*) dengan daya hambat bakteri yang diperoleh sebesar 15,56 mm.
3. Sediaan gel *hand sanitizer* minyak atsiri daun Sikat Botol (*Melaleuca viminalis*) efektif sebagai antiseptik sediaan.

SARAN

Berdasarkan hasil penelitian serta pembahasan maka perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan menggunakan metode KLT untuk mengisolasi senyawa murni dari minyak atsiri daun sikat botol (*Melaleuca viminalis*).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ahmad, K., & Athar, F. (2017). Phytochemistry and Pharmacology of *Callistemon viminalis* (Myrtaceae): A Review. *The Natural Products Journal*, 7(3),166-175.
- [2] Balouri, M., Sadiki, M., & Ibnusouda, S. K. (2016). *Methods for in vitro evaluating antimicrobial activity: A review. Journal of Pharmaceutica Analysis*, 6(2), 71-79.
- [3] Dahlia Y. 2014. *Komposisi Kimia Dan Aktivitas Antibakteri Dari Suatu Tanaman*. Penerbit Swadaya. Jakarta.
- [4] Natsir Alim Nur. 2013. *Pengaruh Ekstrak Daun Lidah Buaya (Aleo vera) Sebagai Penghambat Pertumbuhan Bakteri Staphylococcus Aureus*. *Junal Prosiding FMIPA Universitas Pattimura*.
- [5] Oyedeji, O. O., Lawal, O., Shode, F., & Oyedeji, A. (2009). Chemical composition and antibacterial activity of the essential oils of *Callistemon citrinus* and *Callistemon viminalis* from South Africa. *Molecules*, 14(6), 1990-1998.
- [6] Retnosari dan Isadiartuti, D., 2006. Studi Efektivitas Sediaan Gel Antiseptik Tangan Ekstrak Daun sirih (*Piper betle L*). *Majalah Farmasi Indonesia*
- [7] Davis and Stouth, 1971, Disc Plate Methode of Microbiological Antibiotic Assay, *Journal of Microbiology*, Vol.22, No.4, 666-670
- [8] Ansel, H. C. 1989. *Pengantar Bentuk Sediaan Farmasi*. Cetakan I. UI Press. Jakarta
- [9] Traggono, Retno, I., Latifah. dan Fatimah. 2007. *Buku Pengangan Ilmu Pengetahuan Kosmetik*. PT. Gamedia Pustaka Utama. Jakarta.
- [10] Titaley, S., Fatmawali and Lolo, W.A., 2014. Formulasi Dan Uji Efektifitas Sediaan Gel Ekstrak Etanol Daun Mangrove Api-Api (*Avicennia Marina*) Sebagai Antiseptik Tangan. *Jurnal Ilmiah Farmasi* 3(2), 99-106.
- [11] SNI-06-2588-1992. *Deterjen Sintetik Cair PembersihTangan*. Badan Standarisasi Nasional.

ANALISIS N, P DAN K PADA PUPUK ORGANIK CAIR DARI FESES SAPI DAN VARIASI PERBANDINGAN MASSA ANTARA DAUN GAMAL DAN DAUN LAMTORO

Anatolius Yulianto Nabén, Philipi de Rozari, Suwari
*Program Studi Kimia, Fakultas Sains Dan Teknik, Universitas Nusa Cendana,
Kupang, Indonesia
E-mail: yantonaben79@gmail.com*

Abstrak

Penggunaan pupuk sintetik secara terus-menerus dapat menyebabkan kerusakan pada ekosistem tanah. Penggunaan pupuk organik merupakan salah satu solusi yang dapat menekan penggunaan pupuk sintetik. Tujuan penelitian adalah mengetahui pH pupuk organik cair serta pengaruh variasi antara daun gamal dan daun lamtoro terhadap kadar N, P dan K pupuk organik cair. Perlakuan yang dibuat adalah pembuatan pupuk organik cair dengan variasi massa antara daun gamal dan daun lamtoro. Parameter yang diuji ialah pH, kadar N-organik, kadar P dan kadar K. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pupuk organik cair variasi 9:1 bahan basah merupakan perbandingan terbaik dengan pH 7, 0,0708% N, 1,349712% P dan 2,257283% K.

Kata kunci : *Pupuk organik cair, daun gamal, daun lamtoro.*

Abstract

The use of synthetic fertilizers could potentially cause negative damage to soil ecosystem. The use of organic fertilizers is one of the solution that can reduce the use of synthetic fertilizers. The aim of the study was to determine the pH of liquid organic fertilizer and the effect of variations between gamal and lamtoro leaves on the levels of N, P and K of liquid organic fertilizer. The liquid organic fertilizer was made by variant mass presentage gamal leaves and lamtoro leaves. The parameters measured were pH, organic N content, P content and K content. The results showed that the 9:1 variation of wet material was the best comparison with pH 7, 0.0708% N, 1.349712% P and 2.257283% K.

Key words : *Liquid organic fertilizer, gamal leaf, lamtoro leaf.*

PENDAHULUAN

Penggunaan pupuk organik saat ini kian menurun. Penyebab dari terjadi penurunan ini adalah penggunaan pupuk sintetik yang populer saat ini dan murah di pasaran. Penggunaan pupuk sintetik memiliki satu kerugian yakni dapat mempengaruhi kondisi tanah yang disebabkan oleh adanya residu dari pupuk sintetik tersebut dan ada kaitannya dengan zat hara dalam tanah. Kerusakan tanah secara umum dapat digolongkan menjadi tiga kelompok utama, yaitu kerusakan sifat fisik, kimia dan biologi tanah [55]. Kerusakan tanah bersifat kimia salah satunya ialah kurangnya kemampuan tanah dalam menyimpan cadangan air dan menjadi asam sehingga akan menurunkan produktivitas tanaman [42]. Data Asosiasi Produsen Pupuk Indonesia (APPI) menyatakan bahwa selama tahun 2018 konsumsi urea meningkat 5% dari 5,97 juta ton menjadi 6,2 juta ton, sedangkan penggunaan NPK naik 7,88% dari 2,60 juta ton menjadi 2,80 juta ton [2].

Pupuk organik adalah hasil pelapukan bahan-bahan organik yang bisa berupa sisa-sisa tanaman, fosil manusia atau hewan, kotoran hewan, dan batu-batuan organik yang terbentuk dari kotoran hewan selama ratusan tahun. Pupuk organik dapat berbentuk padat maupun cair. Pupuk organik cair adalah salah satu jenis pupuk yang dapat memberikan zat hara pada tumbuhan sesuai dengan kebutuhannya karena bentuk fisik yang cair. Pupuk organik memiliki kandungan unsur hara yang lengkap dan senyawa organik seperti asam humik, asam fulvat, dan senyawa organik lain yang baik untuk tanah dan tanaman [49]. Jika terjadi kelebihan kapasitas pupuk pada tanah, tanaman dengan sendirinya akan dengan mudah mengatur penyerapan komposisi pupuk yang dibutuhkan [31].

Ketersediaan bahan organik yang tak terpakai dan berlimpah di daratan pulau timor, dapat digunakan untuk membuat pupuk organik atau pupuk organik cair, diantaranya kotoran sapi, daun gamal, dan daun lamtoro. Daun gamal mengandung 3,15% N, 2,65% K, 0,22% P, 1,35% Ca, dan 0,41% Mg [20]. Gamal juga mempunyai kandungan nitrogen yang cukup tinggi, menyebabkan

SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I UNIVERSITAS NUSA CENDANA

Kupang, 31 Maret 2022

biomasa tanaman ini mudah mengalami dekomposisi [39]. Daun gamal digunakan sebagai pupuk organik cair karena berpengaruh terhadap tinggi tanaman, jumlah akar, usia berbunga, berat basah tanaman, berat basah bunga dan diameter bunga, namun tidak berpengaruh nyata pada jumlah daun, berat kering tajuk dan berat kering akar tanaman kubis bunga [37]. Daun lamtoro berbau kering mengandung protein kasar yang cukup tinggi yakni 27-34% [18]. Dalam 100 gram bahan basah daun lamtoro dihasilkan bahan kering sebanyak 85% dengan kandungan protein 20- 25%, nitrogen bebas 20-30%, lemak 5-10%, energi 3,89%, tanin 1,5-2,5%, kalsium 0,8-1,8%, dan fosfor sebesar 0,23-0,27% [46].

Kotoran ternak yang baik digunakan sebagai pupuk salah satunya ialah kotoran sapi, karena kotoran sapi mengandung N 1,1%, P 2,5%, K 0,5%, Ca 3,0%, Mg 0,66% (Pranata, 2004). Kualitas pupuk kotoran ternak sapi memiliki nilai C – Organik 14,78%, Nitrogen 1,53%, Fosfor 1,18%, Kalium 1,30%, Rasio C/N 14,32 dan Kadar air 28,73% [36]. Kotoran ternak sapi memiliki beberapa jenis mikroba seperti bakteri (*Bacillus sp.*, *Corynebacterium sp.*, dan *Lactobacillus sp.*), jamur (*Aspergillus sp.*, dan *Trichoderma sp.*), dan ragi (*Saccharomyces sp.*, dan *Candida sp.*) [3].

METODOLOGI PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan selama 3 bulan yaitu bulan Mei – Juli 2021 bertempat di Mekon Indah Kota Kupang dan Laboratorium Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Nusa Tenggara Timur (BPTP NTT).

Bahan dan Alat

Bahan

Bahan baku yang digunakan untuk pembuatan pupuk organik cair ini adalah daun gamal, daun lamtoro, dan kotoran ternak sapi. Sedangkan bahan-bahan kimia yang digunakan adalah aquades, H₂SO₄ pekat, HNO₃, HClO₄, H₃BO₄, indikator difenilamin standar, indikator conway, HCl, NaOH 40% dan logam selenium.

Alat

Alat-alat yang digunakan dalam preparasi sampel ialah pengaduk, wadah (toples), pengayak, mortar, blender, plastik, timbangan dan gelas ukur. Sedangkan alat-alat yang digunakan dalam analisis ialah wadah sampel, labu semi-mikro Kjeldahl, pemanas semi-mikro Kjeldahl, alat destilasi, labu destilasi, timbangan digital, erlenmeyer, gelas ukur, buret, pipet, kertas pH, thermometer, pengayak 20 mesh, kuvet, Spektrofotometer UV-Vis, SSA (Singular Spectrum Analysis) dan flamephotometer.

Prosedur Kerja

Preparasi Bahan Baku Kering

Daun gamal dan daun lamtoro yang telah dipisahkan dari batangnya, kemudian dikeringkan selama satu minggu. Setelah daun gamal dan daun lamtoro dikeringkan daun dihaluskan menggunakan blender.

Preparasi Bahan Baku Basah

Daun gamal dan daun lamtoro yang telah dipisahkan dari batangnya, dihaluskan menggunakan blender.

Pembuatan Pupuk Organik Cair

a. Kotoran Sapi

Kotoran sapi yang masih basah dikeringkan di bawah sinar matahari, kemudian dihaluskan menggunakan mortar. Lalu kotoran sapi diayak.

b. Prosedur Pembuatan Pupuk Organik Cair

Dimasukkan sebanyak 100 gram ke dalam wadah (toples) masing-masing dengan perbandingan massa seperti pada tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan massa daun gamal: daun lamtoro dalam 100 gram

Daun gamal (DG): Daun lamtoro (DL)	Daun Gamal (gr) (Kering/Basah)	Daun Lamtoro (gr) (Kering/Basah)
9:1	90	10

SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I UNIVERSITAS NUSA CENDANA

Kupang, 31 Maret 2022

7:3	70	30
1:1	50	50
2:7	40	60
3:7	30	70
1:9	10	90

Langkah selanjutnya ditambahkan kotoran sapi sebanyak 33 gram, kemudian dicampur dan ditambahkan 13 mL air kelapa, 13 mL EM4 dan 500 mL air diwaktu yang sama, setelah itu campuran diaduk lalu ditutup rapat. Dilakukan pengukuran pH dan temperature, secara berkala. Setelah itu, pupuk organik cair disaring. Dilakukan analisis N, P, dan K.

Pembuatan Larutan Standar Fosfat

Keringkan KH_2PO_4 murni (52,15 % P_2O_5) selama 2 jam pada 105°C . Siapkan larutan yang mengandung 0,4 -1,0 mg $\text{P}_2\text{O}_5/\text{mL}$ dengan interval 0,1 mg dengan cara menimbang 0,0767; 0,0959; 0,1151; 0,1342; 0,1534; 0,1726 dan 0,1918 gram KH_2PO_4 dan encerkan masing-masing hingga 100 mL dengan aquades.

Pembuatan Larutan Standar Kalium

Larutan standar Kalium 1 mg/mL dibuat dengan menimbang 1,907 gram KCl atau 2,228 gram K_2SO_4 , (yang sebelumnya dipanaskan pada suhu 110°C), lalu diencerkan dengan aquades 1 liter, dan buat deret standar sesuai kebutuhan dari larutan standar kalium 1 mgK/mL.

Penentuan pH pupuk organik cair

Pada pengukuran ini pH diukur dengan menggunakan kertas pH. Penentuan pH dan suhu dilakukan 2 hari sekali selama 21 hari. Pengukuran pH dihentikan ketika pH pupuk organik cair konstan.

Analisis N Organik

Analisis N organik dengan menggunakan Metode Semi-Mikro Kjeldahl (Fauzi, 2008). Sebanyak 9,31 gram sampel cair dimasukkan ke dalam labu semi mikro Kjeldahl. Ditambahkan 1 gram selenium, 10 mL H_2SO_4 pekat dan 3 tetes antifoam. Kemudian larutan dalam labu dikocok dan didestruksi selama ± 4 jam. Destruksi diakhiri bila larutan pada labu berubah dari keruh menjadi bening. Labu kemudian diangkat dan didinginkan selama ± 12 jam. Larutan dalam labu diencerkan dengan aquades sebanyak 50 mL, lalu dikocok dan didiamkan selama ± 2 jam. Sebanyak 50 mL larutan hasil destruksi dimasukkan ke dalam labu destilasi. Destilasi dilakukan setelah penambahan NaOH 40% sebanyak 50 mL ke dalam labu destilasi yang berisi sampel. Kemudian destilat ditambahkan asam borat 1% dan 3 tetes penunjuk Conway, lalu dititrasi dengan menggunakan HCl 0,09 N. Volume titran dicatat.

Kadar P

Diambil 4,08 gram sampel cair dimasukkan ke dalam labu Kjeldahl, ditambah dengan campuran asam $\text{HNO}_3:\text{HClO}_4:\text{HCl}$ dengan perbandingan 6:6:1 sebanyak 10 mL, dikocok hingga homogen dan didestruksi selama 1 jam. Destruksi diakhiri bila larutan pada labu Kjeldahl berubah warna menjadi bening. Larutan hasil destruksi didinginkan dan disaring dengan kertas saring W-41 agar didapat ekstrak jernih (ekstrak A). Ekstrak diencerkan dengan 50 mL aquades dalam wadah tertutup lalu didiamkan [9]. Pengenceran dilakukan sebanyak 10 kali. Dipipet 1 mL ekstrak A bersama blanko dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi. Dilakukan pengenceran hingga mencapai volume 10 mL agar didapat ekstrak jernih hasil pengenceran (ekstrak B). Sebanyak 1 mL larutan standar Fosfor 0;1;2;4;6;8;10 ppm dan ekstrak B dimasukkan ke dalam tabung reaksi, kemudian masing-masing ditambahkan larutan pereaksi pengencer 9 mL. Kemudian larutan dalam tabung reaksi dikocok secara homogen, lalu didiamkan selama 20 menit. Larutan dimasukkan ke dalam kuvet UV-Vis dan diukur absorbansinya pada panjang gelombang 889 nm.

Kadar K

Diambil 4,08 gram sampel cair dimasukkan ke dalam labu Kjeldahl, kemudian ditambah dengan campuran asam $\text{HNO}_3:\text{HClO}_4:\text{HCl}$ dengan perbandingan 6:6:1 sebanyak 10 mL. Larutan dalam tabung reaksi dikocok hingga homogen dan didestruksi selama 1 jam. Destruksi diakhiri bila larutan pada labu Kjeldahl berubah warna menjadi bening. Larutan hasil destruksi didinginkan dan disaring dengan

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA
Kupang, 31 Maret 2022**

kertas saring W-41 agar didapat ekstra jernih. Ekstrak diencerkan dengan 50 mL aquades dalam wadah tertutup lalu didiamkan. Pengenceran dilakukan sebanyak 10 kali. Dipipet 1 mL larutan standar K 5;10;20;40;60;80;100 ppm dan ekstrak bersama blanko dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi, lalu diencerkan dengan menggunakan aquades hingga volume mencapai 10 mL. Kemudian larutan diukur absorbansinya pada flamephotometer.

HASIL DAN PEMBAHASAN

pH Pupuk Organik Cair

Salah satu faktor yang memengaruhi aktivitas mikroorganisme adalah pH, sehingga nilai pH merupakan indikator yang baik dari aktivitas mikroorganisme. Nilai pH untuk variasi daun gamal dan daun lamtoro pada variasi waktu 0, 2, 4, 7, 9, 11, 14, 16, 18, dan 21 hari yang tercantum pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengukuran pH pada pupuk organik cair bahan basah

hari	Ph					
	DG : DL 9:1	DG : DL 7:3	DG : DL 1:1	DG : DL 2:3	DG : DL 3:7	DG : DL 1:9
0	7	7	7	6	6	6
2	7	7	6	6	6	7
4	6	6	6	6	6	6
7	6	6	6	6	6	6
9	6	6	6	6	6	6
11	6	6	6	6	6	6
14	6	6	7	7	7	6
16	7	6	7	7	7	6
18	7	7	7	7	7	7
21	7	7	7	7	7	7

Tabel 2 menunjukkan pengukuran pH pupuk organik cair bahan basah pada semua perbandingan komposisi tidak menunjukkan perbedaan. pH yang dihasilkan dari hari ke-0 hingga hari ke-2 berkisar antara 6-7. Pada pengukuran pH hari ke-0 dapat dilihat bahwa penggunaan daun gamal pada pembuatan pupuk organik cair menghasilkan nilai pH yang netral, sedangkan pada penggunaan daun lamtoro pH yang dihasilkan bersifat asam. pH yang dihasilkan pada hari ke-4 hingga hari ke-14 kebanyakan bersifat asam. Pada hari ke-14 dan hari ke-16 nilai pH yang awalnya asam meningkat atau menjadi netral. Menurut Mahadi dkk. (2014), peningkatan nilai pH pada pupuk organik cair disebabkan oleh adanya aktivitas mikroorganisme dalam bioaktivator yang memberikan masukan ion OH⁻ dari hasil proses fermentasi [27]. Hal ini didukung oleh Suwatanti dan Widiyaningrum (2017) yang menyatakan bahwa, peningkatan nilai pH dengan cepat menjadi basa disebabkan karena mikroorganisme mengubah nitrogen menjadi ammonium dan sebagian ammonia dilepaskan atau dikonversi menjadi nitrat, kemudian nitrat didenitrifikasi oleh bakteri menjadi N₂ sehingga pH bahan menjadi netral [57]. Nilai pH yang didapat dari semua perbandingan pada bahan basah memenuhi persyaratan teknis dari Kementerian Pertanian dan Standart Kompos SNI 19-7030-2004.

Tabel 3. Hasil pengukuran pH pada pupuk organik cair bahan kering

Hari	pH					
	DG : DL 9 : 1	DG : DL 7 : 3	DG : DL 1 : 1	DG : DL 2 : 3	DG : DL 3 : 7	DG : DL 1 : 9
0	6	6	6	6	6	6
2	6	6	6	6	6	6

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA**

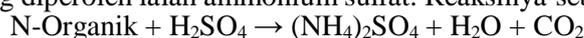
Kupang, 31 Maret 2022

4	6	6	6	6	6	6
7	6	6	6	6	6	6
9	6	6	6	6	6	6
11	6	6	6	6	6	6
14	7	7	7	7	7	7
16	7	7	7	7	7	7
18	7	7	7	7	7	7
21	7	7	7	7	7	7

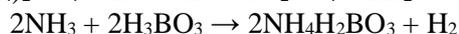
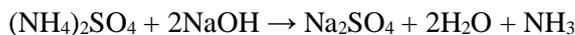
Hasil pengukuran pH pada pupuk organik cair dengan bahan kering hampir tidak memiliki perbedaan dengan hasil pengukuran pada bahan basah. Pada tabel 3, data hasil pengukuran pH hingga hari ke-11 untuk semua perbandingan bersifat asam. Pada hari ke-14 pH pada setiap perbandingan menghasilkan pH yang netral dan bertahan hingga hari ke-21. Nilai pH yang didapat dari semua perbandingan pada bahan kering juga memenuhi persyaratan teknis dari Kementerian Pertanian dan Standart Kompos SNI 19-7030-2004.

Kadar N Organik

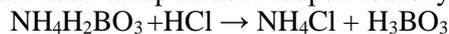
Pengukuran kadar N-organik dilakukan pada hari ke-21 proses fermentasi. Analisis N-Organik yang menggunakan metode kjeldahl melalui tiga tahap yakni destruksi, destilasi dan titrasi. Pada tahap destruksi hasil akhir yang diperoleh ialah ammonium sulfat. Reaksinya sebagai berikut:



Tahap selanjutnya ialah tahap destilasi, dimana destilasi bertujuan untuk mengkonversi NH_4^+ menjadi NH_3 . Warna yang dihasilkan setelah tahap destilasi adalah warna hijau. Reaksi yang terjadi selama proses destilasi ialah:



Tahap akhir dari metode kjeldahl ialah tahap titrasi. Adapun reaksi yang terjadi ialah:



Titik akhir titrasi dilihat dari perubahan warna larutan menjadi warna bening. Hasil pengukuran titran dapat dilihat pada lampiran 1. Hasil pengolahan data Kadar N terdapat pada Tabel 4.

Tabel 4. Data hasil perhitungan N untuk sampel kering dan basah setiap variasi

No	Variasi Perbandingan	Kadar N (%)	
		Kering	Basah
1	9 : 1	0,0149	0,0708
2	7 : 3	0,0245	0,0804
3	1 : 1	0,0545	0,0599
4	2 : 3	0,0735	0,0599
5	3 : 7	0,0654	0,0040
6	1 : 9	0,1226	0,0381

Dari Tabel 4, dapat dilihat bahwa nilai kadar N tertinggi terdapat pada pupuk organik cair bahan kering dengan komposisi daun gamal: daun lamtoro 1:9. Kandungan N tertinggi pada bahan baku kering disebabkan oleh jumlah daun lamtoro yang paling banyak. Menurut Marlina (2016) semakin tinggi penggunaan daun lamtoro dalam pembuatan pupuk organik cair maka semakin tinggi pula kadar N [30]. Sedangkan pada bahan basah, kandungan N tertinggi terdapat pada pupuk organik cair dengan komposisi 7:3. Menurut Wahyudi (2009) pemberian pupuk organik lamtoro dengan dosis tertinggi mampu meningkatkan pH tanah, serapan N tanaman, N-total tanah dan bobot kering tanaman [59]. Analisis pupuk organik cair belum mencapai hasil yang optimal karena hasil analisis berada di bawah

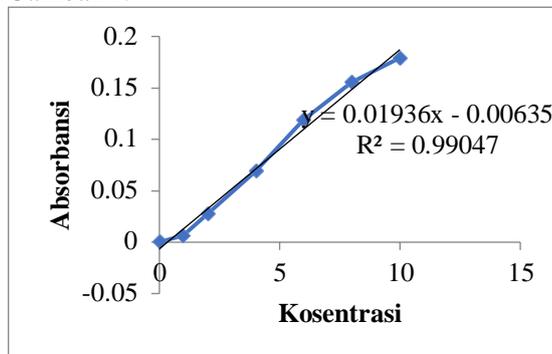
SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I UNIVERSITAS NUSA CENDANA

Kupang, 31 Maret 2022

standar yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Pertanian No.70/Permentan/SR.140/10/2011 dan Standart Kompos SNI 19-7030-2004.

Kadar P (P_2O_5)

Penentuan kadar P (P_2O_5) diawali dengan pembuatan kurva standar. Kurva standar yang diperoleh adalah seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Kurva standar PO_4

Gambar 1. menunjukkan kurva standar yang mempunyai persamaan regresi linier $y = 0,01936x - 0,00635$ dengan $R^2 = 0,99047$. Adanya asam askorbat dan antimoniltartrat kompleks fosfomolibdat, warna biru terbentuk. Antimoniltartrat ditambahkan untuk melengkapi reduksi kompleks fosfomolibdenum kuning menjadi kompleks fosfomolibdenum biru (Makiyah, 2015). Setelah diukur pada spektrofotometer UV-Vis dan diketahui kurva standarnya, maka hasil yang didapat seperti terdapat pada lampiran 2. Kadar P_2O_5 dicantumkan dalam Tabel 5.

Tabel 5. Kadar P(P_2O_5) untuk sampel kering dan mentah

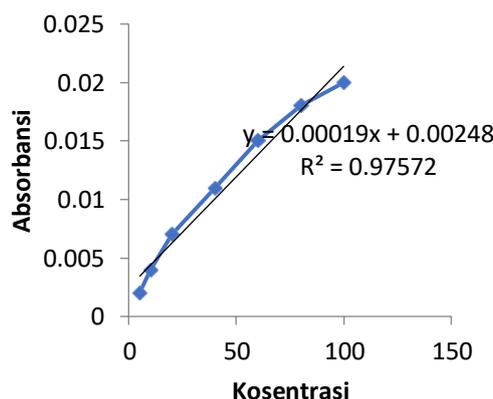
Komposisi (DG: DL)	Kadar P(P_2O_5)	
	Kering	Basah
9 : 1	0.069544	1.349712
7 : 3	0.39408	0.721455
5 : 5	0.213361	0.89555
4 : 6	0.223769	0.642923
3 : 7	0.367587	0.423411
1 : 9	0.136722	0.264455

Pada tabel 5. dapat dilihat bahwa untuk pupuk organik cair berbahan kering mempunyai kadar P_2O_5 tertinggi pada perbandingan 7:3 (daun gamal : daun lamtoro). Sedangkan pada bahan basah kadar P_2O_5 tertinggi pada perbandingan 9:1. Hal ini diperkuat oleh penelitian Munir (2013) bahwa pupuk hijau organik dari daun trembesi, daun lamtoro, dan daun paitan terdapat kandungan unsur fosfor. Kadar P_2O_5 terendah terdapat pada perbandingan 9:1 sebesar 0,069 [33]. Penurunan kadar P_2O_5 terjadi karena penggunaan presentase penggunaan daun lamtoro yang kecil. Hal ini dibuktikan oleh penelitian (Marlina, 2016), dimana semakin tinggi penggunaan daun lamtoro dan kotoran sapi maka semakin tinggi pula kadar P_2O_5 yang didapat begitu juga sebaliknya. Analisis P_2O_5 pada pupuk organik cair telah mencapai hasil yang baik sesuai Standart Kompos SNI 19-7030-2004.

Kadar K (K_2O)

Pengukuran kadar K (K_2O) diawali dengan penentuan kurva standar, dimana kurva standar yang diperoleh ialah seperti pada Gambar 2.

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA
Kupang, 31 Maret 2022**



Gambar 2. Kurva standar K

Gambar 2. menunjukkan kurva standar yang mempunyai persamaan regresi linier $y = 0,00019x + 0,00248$ dengan $R^2 = 0,97572$. Persamaan tersebut digunakan untuk menghitung kadar K sebagai K_2O . Kadar K_2O dirangkum dalam Tabel 6.

Tabel 6. Kadar K(K_2O) untuk sampel kering dan mentah

Komposisi (DG: DL)	Kadar K(K_2O)	
	Kering	Basah
9 : 1	0.54722	2.257283
7 : 3	1.169061	1.635442
5 : 5	0.702681	1.635442
4 : 6	0.858141	1.635442
3 : 7	0.702681	1.479982
1 : 9	0.858141	0.702681

Tabel 6. menunjukkan bahwa kadar K_2O pada pupuk organik cair bahan kering tertinggi ialah komposisi 7:3 (daun gamal : daun lamtoro). Pada perbandingan 1:1 dan 3:7 memiliki kadar K_2O yang sama. Sedangkan pada pada pupuk organik cair bahan basah kadar K_2O tertinggi terdapat pada komposisi 9:1. Hasil analisis unsur K_2O pada bahan basah mengalami peningkatan ketika presentase daun gamal yang digunakan semakin besar. Hal ini diperkuat oleh pernyataan Nasution dkk. (2017) bahwa penambahan daun gamal dapat meningkatkan kadar K_2O [34]. Tingginya kadar K_2O karena adanya aktivitas mikroorganisme yang menggunakan kalium sebagai katalisator dalam proses fermentasi. Kalium (K_2O) digunakan oleh mikroorganisme dalam bahan substrat sebagai katalisator. Dengan kehadiran bakteri dan segala aktivitasnya akan sangat berpengaruh terhadap peningkatan kandungan kalium [17]. Penentuan kadar K(K_2O) dipengaruhi juga oleh penggunaan *EM4* sebagai bioaktivator. Kalium juga akan dimanfaatkan oleh mikroba dalam proses dekomposisi sehingga semakin banyak penambahan *EM4* maka akan semakin banyak pemanfaatan K oleh mikroba [38]. Hasil analisis Kadar K(K_2O) pada pupuk organik cair telah memenuhi Standart Kompos SNI 19-7030-2004.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan data hasil penelitian yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa:

1. pH pada pupuk organik cair yang dihasilkan dari berbagai komposisi daun gamal dan daun lamtoro memenuhi kriteria sebagai pupuk organik yang baik.

SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I UNIVERSITAS NUSA CENDANA

Kupang, 31 Maret 2022

2. Komposisi daun gamal dan daun lamtoro yang berbeda menghasilkan kadar N, P dan K yang berbeda dengan kadar tertingginya pada komposisi yang berbeda pula.

Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang pembuatan pupuk organik cair dengan menggunakan bahan organik lain yang tentunya ramah lingkungan dan ketersediaannya melimpah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anonim. 2004. *Buncis (Phaseolus vulgaris L.)*. <http://warintek.progressio.or.id/pertanian/buncis.htm>.(Diakses tanggal 23 Oktober 2020)
- [2] Arief, A. M. 2019. *Konsumsi Pupuk Kian Menanjak*. <https://kemenperin.go.id/artikel/20500/konsumsi-pupuk-kian-menanjak> (diakses tanggal 21 Februari 2019)
- [3] Bai, S., Kumar M. R., Kumar, D. J. M., Balashanmugam, P., Kumaran, M. D. B., & Kalaichelvan, P. T. 2012. Cellulase Production by *Bacillus subtilis* isolated from Cow Dung. *Archieve of Applied Science Research*, 4 (1), 269-279.
- [4] Clark, B.J. 1993. *UV Spectroscopy Techniques Instrumentations, Data Handling*. London: Chapman & Hall.
- [5] Day, R. A., & Underwood, A.L. 1999. (A. H. Pudjaatmaka, Trans.). *Analisis Kimia Kuantitatif*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- [6] Darlina. 2016. Potensi Vitamin Sebagai radioprotektor. *Bulletin Alara*, 18(1), 7-15.
- [7] Djaja, W. 2008. *Langkah Jitu Membuat Kompos dari Ternak dan Sampah*. Jakarta: PT Agromedia Pustaka.
- [8] Durroh, B. 2019. Pemanfaatan Air Kelapa Dan Aplikasi Pupuk Organik Untuk Merangsang Pertumbuhan Bibit Tebu G3 Kultur Jaringan. *Agricultural Research Journal*, 15(3), 1-5.
- [9] Eviati & Sulaeman. 2009. *Analisa Kimia Tanah, Tanaman, Air Dan Pupuk*. Bogor: Badan Penelitian Dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian.
- [10] Fauzi, A. 2008. Analisis Kadar Unsur Hara Karbon Organik dan Nitrogen di dalam Tanah Perkebunan Kelapa Sawit Bengkalis Riau. *Skripsi*. Medan: Program Studi Diploma 3 Universitas Sumatera Utara.
- [11] Golyandina N., Nekrutkin, V., Zhigljavsky A. 2001. *Analysis of Time Series Structure: SSA and Related Techniques*. Chapman & Hall/crc.
- [12] Golyandina N., Zhigljavsky A. 2013. *Singular Spectrum Analysis for Time Series*. Springer: New York.
- [13] Hanolo, W. 1997. Tanggapan tanaman selada dan sawi terhadap dosis dan cara pemberian pupuk cair stimulan. *Jurnal Agrotropika*, 1(1), 25-29.
- [14] Hassani, H. 2007. Singular Spectrum Analysis: Methodology and Comparison. *Journal of Data Science*, 5, 239-257.
- [15] Hendayana, S. 1994. *Kimia Analitik Instrumen*. Semarang: IKIP Semarang Press.
- [16] Herawati, E., & Royani, M. 2017. Kualitas silase daun gamal dengan penambahan molasses sebagai zat aditif. *Indonesia Journal of Applied sciences*, 7(2), 29-32.
- [17] Hidayati, Erna .2013. Kandungan Fosfor Rasio C/N dan pH Pupuk Cair Hasil Fermentasi Kotoran berbagai Ternak Dengan Starter Stardec. Semarang: FMIPA IKIP PGRI.
- [18] Indriyani, L., Darini, M. T., Darnawi, D. 2019. Pengaruh Konsentrasi Pupuk Organik Cair Daun Lamtoro (*Leucaena Leucocephala*) dan Takaran Pupuk Kandang Kambing terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kacang Tanah (*Arachis Hypogaea L.*). *Jurnal Ilmiah Agroust*, 3(2), 90-100.
- [19] Jatmiko, Y. A., Rahayu, R. L., & Darmawan, G. 2017. Perbandingan Keakuratan Hasil Peramalan Produksi Bawang Merah Metode Holt-winters dengan Singular Spectrum Analysis (SSA). *Jurnal matematika*. 3(1), 13-24.
- [20] Jayadi, M. 2009. Pengaruh pupuk organik cair daun gamal dan pupuk anorganik terhadap pertumbuhan tanaman jagung. *Jurnal agrisistem*, 5(2), 115-122.
- [21] Jusuf, L., Mulyati, A. M., & Sanaba, A. H. 2007. Pengaruh Dosis Pupuk Organik Padat Daun Gamal terhadap Tanaman Sawi. Gowa: Sekolah Tinggi Penyuluhan Pertanian (STPP). *Jurnal Agrisistem*, 3, 27-31.

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA**

Kupang, 31 Maret 2022

- [22] Karim, H. A., Fitriani, Linnaninengseh, & Hasti,. 2019. Kajian Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Kedelai (*Glicinie max L.*) Pada Pemberian Pupuk Organik Bioslurry Kotoran Sapi. *Jurnal Agroplantae*, 8(2), 1-6.
- [23] Karismawan, Y., Umarie, I., & Widiarti, W. 2013. *Respon Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Tomat terhadap Konsentrasi EM4 (Effective mikroorganisme 4) dan Dosis Pupuk Kandang*. Jember: Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah jember.
- [24] Khaisar, M. 2020. Pengaruh Pemberian Pupuk Hijau Lamtoro Dan Em4 (Effective mikroorganisme 4) Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Terung Pondoh (*Solanum melongena L.*). *skripsi*. Medan: Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- [25] Kurniawan, A. 2017. Pengaruh Variasi Kosentrasi Pupuk Cair Daun Gamal (*Gliricidia sepium*) Terhadap Kadar Andrographolide Pada Tanaman Sambiloto (*Andrographis paniculata Ness*). *Skripsi*. Yogyakarta: Perpustakaan Universitas Sanata Dharma.
- [26] Kurniawati, D., Mulyani, H. R. A., & Noor, R. 2020. Penambahan Larutan Bawang Merah (*Allium cepa L.*) dan Air Kelapa (*Cocos nucifera L.*) Sebagai Fitohormon Alami Pada Pertumbuhan Tanaman Tebu (*Sacchanum officinarum L.*) Sebagai Sumber Belajar Biologi. *Jurnal Pendidikan Biologi*, 11(2), 160-167.
- [27] Mahadi, I., Darmawati., Octavia, S. R. 2014. Pengujian Terhadap Jenis Bioaktivator pada Pembuatan Kompos Limbah Pertanian. *Jurnal Dinamika Pertanian*, 29(3), 237-244.
- [28] Makiyah, M., Sunarto, W., Prasetya, A. T. 2015. Analisis Kadar Npk Pupuk Cair Limbah Tahu Dengan Penambahan Tanaman *Tithonia Diversifolia*. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 4(1), 20-25.
- [29] Marjenah, Kustiawan, W., Nurhifitiani, I., Sembiring, K. H. M., Ediyono, R. P. 2017. Pemanfaatan Limbah Kulit Buah-buahan sebagai Bahan Baku Pembuatan Pupuk Organik Cair. *Jurnal Hutan Tropis*, 1(2), 120-127.
- [30] Marlina, S. 2016. *Analisis N Dan P Pupuk Organik Cair Kombinasi Daun Lamtoro Limbah Tahu Dan Feses Sapi*. Surakarta: Universitas Muhammadiyah.
- [31] Masluki, M., Naim, M., & Mutmainnah. 2015. Pemanfaatan pupuk organik cair (POC) pada lahan sawah melalui sistem mina padi. *Prossiding Seminar Nasional*. Palopo: Universitas Cokroaminoto Palopo.
- [32] Meriatna, Suryati, & Fahri, A. 2018. Pengaruh Waktu Fermentasi dan Volume Bio Aktivator EM4 (Effective Mikroorganisme) pada Pembuatan Pupuk Organik Cair (POC) dari Limbah Buah-Buahan. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 7(1), 13-29.
- [33] Munir, M. 2013. *Potensi Pupuk Hijau Organik Daun Trembesi, Daun Paitan, Daun Lamtoro Sebagai Unsur Kestabilan Kesuburan Tanah*. Program Studi Teknik Industri. UYP.
- [34] Nasutoin, H., Henny, D. J., Ulsanna, L., Wahyuningsih. 2017. Pemanfaatan Limbah Cair Tahu dan Daun gamal (*Gliricidia sepium*) sebagai Pupuk Organik Cair Dengan Metoda Fermentasi Dengan Aktivator EM4. *Jurnal photon*, 8(1), 127-135.
- [35] Nisa, K. 2016. *Memproduksi Kompos dan Mikroorganisme Lokal (MOL)*. Jakarta: Bibit Publisher.
- [36] Novitasari, D., & Caroline, J. 2021. Kajian Efektivitas Pupuk Dari Berbagai Kotoran Sapi, Kambing Dan Ayam. *Seminar Teknologi Perencanaan, Perancangan, Lingkungan, dan Infrastruktur II*. Surabaya: FTSP ITATS.
- [37] Novriani. 2016. Pemanfaatan Daun Gamal Sebagian Pupuk Organik (POC) Untuk Meningkatkan Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kubis Bunga (*Brassica oleracea L.*). *Jurnal Klorofil*, 9(1), 15-19.
- [38] Nur, T., Noor, A. R., & Elma, M. 2016. Pembuatan Pupuk Organik Cair Dari Sampah Organik Rumah Tangga Dengan Penambahan Bioaktivator Em4 (Effective Microorganisms). *Jurnal Konversi*, 5(2), 5-12.
- [39] Oviyanti, F., Syarifah, Hidayah, N. 2016. Pengaruh Pemberian Pupuk Organik Cair Daun Gamal (*Gliricidia Sepium (Jacq.) Kunth Ex Walp.*) Terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi (*Brassica Juncea L.*). *Jurnal Biota*, 2(1), 61-67.

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA**

Kupang, 31 Maret 2022

- [40] Pappang, S. M., 2018. Pengaruh Lama Fermentasi Mikrobial Bioaktivator EM4 pada Pupuk Cair Ampas Kopi Arabika Toraja (*Coffe arabica* Toraja) Terhadap Pembentukan Kandungan Nitrogen dan Fosfor Total. *Jurnal Universitas Sanata Dharma*.
- [41] Pranata, A. 2004. *Mengenal Lebih Dekat Pupuk Organik Cair Aplikasi dan Manfaatnya*. Jakarta: PT. Agromedia Pustaka.
- [42] Parman, S. 2007. Pengaruh Pemberian Pupuk Organik Cair terhadap Pertumbuhan dan Produksi kentang (*Solanum tuberosum* L.). *Buletin Anatomi dan Fisiologi*, 15(2), 21-23.
- [43] Peraturan Menteri Pertanian. 2006. Tentang Pupuk Organik dan Pembenh Tanah. No.2/Permentan/Hk.060/2/2006.
- [44] Peraturan Menteri Pertanian. 2011. Tentang Baku Mutu Organik Cair. No. 70/Permentan/SR.140/10/2011.
- [45] Pratiwi, N. R. M. 2009. Pemanfaatan daun lamtoro terhadap pertumbuhan tanaman anggrek tanah (*Vanda* sp.) pada campuran media pasir dan tanah liat. *Skripsi*. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- [46] Purwanto, I. 2007. *Mengenal Lebih Dekat Leguminosa*. Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- [47] Putra, I. M. P. A., Sumiyati., Setiyo, Y. 2018. Pengaruh Kadar Air Terhadap Proses Pengomposan Jerami Dicampur Kotoran Sapi. *Jurnal Beta*, 6 (1): 48-54.
- [48] Rasyid, W. 2017. Kandungan Fosfor (P) Pupuk Organik Cair (Poc) Asal Urin Sapi dengan Penambahan Akar Serai (*Cymbopogon citratus*) Melalui Fermentasi. *Skripsi*. Makasar: Jurusan Ilmu Peternakan Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
- [49] Ratna, I. D., & Rahmadhani, M. I. 2021. Analisis Strategi Penyaluran dan Alokasi Pupuk Sesuai dengan Kebutuhan Petani untuk Distributor Pupuk Pt. Petrokimia Gresik pada Cv. Berkah Jaya Lamongan. *Laporan Magang*. Gresik: Universitas Internasional Semen Indonesia.
- [50] Ratrinia, P.W., Maruf, W.F. & Dewi, E. N.. 2014. Pengaruh penggunaan bioaktivator EM4 dan penambahan daun lamtoro (*Leucaena leucophala*) terhadap spesifikasi pupuk organik cair rumput laut *Eucheuma spinosum*. *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan*, 3(3): 82-87.
- [51] Roidi, A. A. 2016. Pengaruh Pemberian Pupuk Cair Daun Lamtoro (*Leucaena leucocep* hala) Terhadap Pertumbuhan dan Produktivitas Tanaman Sawi Pakcoy (*Brassicca chinensis* L.). *skripsi*. Yogyakarta: Perpustakaan Universitas Sanata Dharma.
- [52] Septirosya, T., Putri, R. H., Aulawi, T. 2019. Aplikasi Pupuk Organik Cair Lamtoro Pada Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Tomat. *Jurnal Agroscrip*, 1(1), 1-8.
- [53] Simanungkalit, R. D. M. 2006. *Pupuk Organik dan Pupuk Hayati*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber daya Lahan Pertanian. Bogor.
- [54] Skoog, D. A., Holler, F. J., & Nieman, T. A. 1980. *Prinsip of Instrumental Analisis* (3rd ed.). USA: Saunders College Publising.
- [55] Sutanto, R. 2002. *Penerapan Pertanian Organik*. Yogyakarta: Kanisius.
- [56] Suwandi & Nurtika, N. 1987. Pengaruh pupuk biokimia Sari Humus pada tanaman kubis. *Buletin Penelitian Hortikultura*, 15(20), 213- 218.
- [57] Suwantati, E., Widiyanigrum, P. 2017. Pemanfaatan MOL Limbah Sayur pada Proses Pembuatan Kompos. *Jurnal MIPA*, 40 (1): 1-6.
- [58] Underwood, D. 1989. *Analisa Kimia Kuantitatif*. Jakarta : Erlangga.
- [59] Wahyudi, L. 2009. *Manfaat Bahan Organik Terhadap Peningkatan Ketersediaan Fosfor dan Penurunan Toksisitas Aluminium di Ultisol*. Disertasi Program Pascasarjana Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, Malang
- [60] Yuliarti, N. 2009. *1001 Cara Menghasilkan Pupuk Organik*. Yogyakarta: Lily Publisier.

EKSTRAKSI DAN UJI AKTIVITAS ANTIOKSIDAN EKSTRAK NON POLAR KULIT BATANG TUMBUHAN “AT ANONSE” (*ANNONA RETICULATA L.*)

Noviana M. Obenu, Risna Erni Y. Adu, Yosepha A. Asni Bria
Kimia, Faperta, Unimor, Jl. Km.09 Kelurahan Sasi Kecamatan kota kefamenanu,
Kota Kefamenanu Kabupaten TTU Propinsi NTT, Kode Pos 85613, Indonesia
*E-mail : noviobenu3@gmail.com

Abstrak

Annona reticulata L. (At anonse) adalah salah satu tumbuhan obat yang dimanfaatkan masyarakat di Kabupaten Timor Tengah Utara dalam mengobati penyakit diare. Tujuan penelitian ini untuk mengekstrak senyawa pada sampel dan dilanjutkan dengan skrining fitokimia untuk mengetahui kandungan senyawa metabolit sekunder yang terkandung di dalam ekstrak serta uji bioaktivitasnya. Tahapan penelitian ini meliputi ekstraksi secara maserasi dengan pelarut metanol kemudian dipartisi cair-cair dengan n-heksana dan skrining fitokimia serta uji aktivitas antioksidannya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak n-heksana kulit batang tumbuhan “At anonse” mengandung senyawa metabolit sekunder steroid, flavonoid, dan alkaloid sedangkan uji aktivitas antioksidan diperoleh nilai IC50 sebesar 1.864,6804 ppm dimana aktivitas antioksidan tergolong sangat lemah.

Kata kunci: *Annona reticulata L.*; ekstraksi; maserasi; skrining fitokimia; antioksidan

Abstract

[Title: Extraction And Screening Of Phytochemical Non-Polar Extracts "At Anonse" From Plant's Bark (*Annona reticulata L.*)] *Annona reticulata L.* (At anonse) is one of the traditional medicinal plants used by the community in the North Central Timor Regency to treat diarrheal diseases. This study aimed to extract compounds in the sample and continued with phytochemical screening to determine the content of secondary metabolites contained in the extract and test their bioactivity. The stages of this research include extraction by maceration with methanol solvent then liquid-liquid partitioning with n-hexane and phytochemical screening and testing of antioxidant activity. The results showed that the n-hexane extract of the bark of the plant "At anonse" contained secondary metabolites of steroids, flavonoids, and alkaloids, while the antioxidant activity test obtained an IC50 value of 1.864.6804 ppm where the antioxidant activity was classified as very weak.

Keywords: *Annona reticulata L.*; extraction; maseration; phytochemical analysis, antioxidant

PENDAHULUAN

Tumbuhan merupakan makhluk hidup mutiseluler yang mempunyai elemen penting dalam kehidupan karena memberikan berbagai manfaat antara lain sebagai sandang, pangan dan papan. Selain itu, tumbuhan juga dimanfaatkan sebagai bahan baku obat. Masyarakat Indonesia telah banyak memanfaatkan tumbuhan sebagai bahan baku obat dan telah diwariskan secara turun temurun [1]. Tumbuhan obat adalah tumbuhan yang telah diidentifikasi berdasarkan pengamatan manusia yang memiliki senyawa yang bermanfaat untuk mencegah dan menyembuhkan penyakit. Pemanfaatan tumbuhan sebagai obat tidak terlepas dari kandungan senyawa-senyawa yang memiliki sifat bioaktif dalam tumbuhan tersebut [2].

Senyawa-senyawa bioaktif yang terkandung dalam tumbuhan tergolong dalam senyawa metabolit sekunder. Senyawa ini berfungsi untuk mempertahankan diri terhadap ancaman dari lingkungan maupun dari spesies lain [3]. Metabolit sekunder adalah senyawa-senyawa hasil biosintetik turunan dari metabolit primer seperti karbohidrat, lemak dan protein yang diproduksi oleh organisme melalui metabolisme sekunder. Contoh dari metabolit sekunder adalah flavonoid, steroid, alkaloid, terpenoid dan lain-lain [3].

Salah satu spesies dari family *Annonaceae* yakni *Annona reticulata L.* Tumbuhan ini dikenal di Indonesia sebagai tumbuhan nona atau mulwo tergolong ke dalam genus *Annona*, yang memiliki kekerabatan dengan sirsak (*Annona muricata*) dan srikaya (*Annona squamosa*). Tumbuhan mulwo atau nona dalam Bahasa Inggris dikenal dengan *custard apple* atau *sweetsop*. Tumbuhan *Annona reticulata*

SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I UNIVERSITAS NUSA CENDANA

Kupang, 31 Maret 2022

L. merupakan tumbuhan asli kawasan Karibia dan Amerika Tengah, yang kemudian menyebar di daerah tropis di seluruh dunia. Secara tradisional tumbuhan ini digunakan untuk pengobatan epilepsi, disentri, masalah jantung, parasit dan cacing, sabelit, pendarahan, infeksi bakteri, demam, maag dan sebagai inteksida [4].

[5] sebelumnya telah meneliti tentang *Annona reticulata* L. dan melaporkan bahwa daun dan kulit batang *Annona reticulata* L. dengan pelarut yang digunakan petroleum eter, aseton, kloroform dan air mengandung senyawa lignin, steroid, alkaloid, triterpen, tanin, fenolik dan saponin. Menurut Geetha (2017) yang melakukan penelitian dengan judul analisis fitokimia ekstrak daun *Annona reticulata* L. menunjukkan adanya senyawa flavonoid, alkaloid, saponin, terpenoid, steroid, dan kuinon. [7] melaporkan hasil review bahwa kulit batang tumbuhan ini mengandung senyawa alkaloid dan fenolik pada akar mengandung senyawa acetogenin, alkaloid, flavonoid, tannin, karbohidrat dan protein. [8] juga melaporkan bahwa hasil analisis fitokimia senyawa pada bagian batang tumbuhan ini mengandung senyawa terpenoid dan steroid yang diekstrak dengan petroleum ether, alkaloid dan flavonoid diekstrak dengan etil asetat sedangkan dengan metanol mengandung senyawa tannin, flavonoid dan glikosida.

Tumbuhan *Annona reticulata* L. merupakan salah satu tumbuhan yang juga berada di pulau Timor khususnya di Kabupaten Timor Tengah Utara dan dikenal dengan sebutan *At anonse*. Berdasarkan hasil identifikasi yang dilakukan oleh Obenu (2021), tumbuhan ini juga banyak dimanfaatkan oleh masyarakat Timor sebagai obat-obatan antara lain untuk pengobatan penyakit diare dan malaria. Organ bagian daun yang digunakan untuk mengobati dua penyakit tersebut. Organ bagian lain yang juga dimanfaatkan adalah buah sebagai bahan makanan.

Pemanfaatan tumbuhan *At anonse* (*Annona reticulata* L.) oleh masyarakat TTU masih terbatas pada bagian daun dan buah. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian bagian lain dari tumbuhan "*At anonse*" dan uji aktivitasnya sebagai antioksidan.

METODE

Pengambilan sampel di Desa Oeperigi, Kecamatan Noemuti, Kabupaten Timor Tengah Utara. Preperasi sampel dan ekstraksi senyawa maserasi dilakukan di Laboratorium Fakultas Pertanian, Universitas Timor dan skrining fitokimia, uji aktivitas antioksidan dilakukan di Laboratorium Fakultas MIPA Universitas Katolik Widya Mandira Kupang.

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain kulit batang "*At anonse*" (*Annona reticulata* L.), pelarut organik antara lain : metanol, etil asetat, n-heksana, asam asetat anhidrida, asam sulfat pekat, FeCl_3 1%, HCl 2 N, NaOH 10%, asam klorida pekat (HCl), kloroform beramonia, asam sulfat 2 N, ammonia pekat 28%, kloroform, HgCl_2 , aquades, KI, bismut subnitrat, asam asetat, natrium sulfat anhidrat, DPPH 2,2 difenil-1-pikrilhidrazil.

Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain seperangkat alat gelas seperti Erlenmeyer, tabung reaksi, gelas ukur, pipet tetes, pengaduk, kaca arloji, pipet kapiler, pinset, spatula, botol vial, kertas saring whatman, aluminium foil, neraca analitik, seperangkat alat maserasi, rotari evaporator, alat pemanas (*hot plate*).

Prosedur Kerja

Preparasi sampel

Kulit batang "*At anonse*" (*Annona reticulata* L.) diambil dari pohon kemudian dibersihkan dari kotoran-kotoran yang menempel, lalu dicuci hingga bersih dan ditiriskan. Kulit batang bersih selanjutnya ditimbang kemudian dipotong kecil-kecil, lalu dikeringkan (\pm 2 hari) dengan cara diangin-anginkan pada suhu kamar hingga kering. Selanjutnya kulit batang tumbuhan *Annona reticulata* L. yang sudah kering ditimbang dan digiling sampai menjadi serbuk halus, kemudian ditimbang.

Ekstraksi Secara Maserasi Tumbuhan "*At Anonse*" (*Annona reticulata* L.)

Serbuk halus kulit batang "*At anonse*" (*Annona reticulata* L.) sebanyak 170 gram diekstraksi dengan metode maserasi menggunakan pelarut metanol sebanyak 1 liter selama 3 x 24 jam pada suhu ruang. Selanjutnya dipartisi secara cair-cair dengan pelarut n-heksana. Hasil partisi diperoleh ekstrak n-heksana dan metanol. Selanjutnya ekstrak n-heksana dievaporasi menggunakan rotari evaporator bertekanan rendah sehingga menghasilkan ekstrak pekat dan ditimbang hasilnya.

SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I UNIVERSITAS NUSA CENDANA

Kupang, 31 Maret 2022

Skrining Fitokimia Ekstrak n-Heksana

a. Uji Triterpenoid

- 1) Diambil 1 mL sampel ekstrak dimasukkan ke dalam tabung reaksi
- 2) Ditambahkan 10 tetes asam asetat anhidrida dan 3 tetes asam sulfat pekat
- 3) Dikocok larutan secara perlahan dan biarkan selama beberapa menit
- 4) Diamati perubahan warna yang terjadi. Jika terbentuk warna merah atau ungu menandakan positif senyawa triterpenoid

b. Uji Tanin

- 1) Dimasukkan 1 mL sampel ekstrak ke dalam tabung reaksi
- 2) Ditambahkan 12 mL air panas dan dididihkan selama 15 menit lalu disaring
- 3) Ditambahkan filtrate dengan 1 mL larutan FeCl_3 1 %
- 4) Diperhatikan perubahan warna yang terjadi. Jika terbentuk warna biru tua atau hijau kehitaman menandakan positif senyawa tanin.

c. Uji Saponin

- 1) Dimasukkan 0,5 mL sampel ekstrak ke dalam tabung reaksi
- 2) Ditambahkan air panas, dinginkan, kemudian dikocok kuat-kuat selama 10 detik
- 3) Jika terbentuk buih yang mantap setinggi 1-10 cm, tidak kurang dari 10 menit dan tidak hilang dengan penambahan HCl 2 N maka menunjukkan adanya saponin.

d. Uji Fenolik

- 1) Dimasukkan 1 mL sampel ekstrak ke dalam tabung reaksi
- 2) Ditambahkan larutan NaOH 10 %
- 3) Diamati perubahan warna yang terjadi. Jika terbentuk warna merah menandakan positif senyawa fenolat.

e. Uji Flavonoid

- 1) Dimasukkan 1 mL sampel ekstrak ke dalam tabung reaksi
- 2) Ditambahkan 0,5 mL asam klorida pekat (HCl) dan 3-4 pita logam Mg lalu dikocok perlahan
- 3) Diamati warna yang terjadi. Jika terbentuk warna merah, jingga, atau ungu menandakan positif senyawa flavonoid.

f. Uji Alkaloid

- 1) Diambil bahan tumbuhan sebanyak 5-10 gram diekstraksi dengan kloroform beramonia lalu disaring
- 2) Dimasukkan 0,5-1 mL asam sulfat 2 N dan dikocok sampe terbentuk dua lapisan.
- 3) Lapisan asam (atas) dipipet dan dimasukkan pada tiga (3) tabung reaksi
- 4) Tabung reaksi pertama ditambahkan dua tetes pereaksi meyer
- 5) Tabung kedua ditambahkan 2 tetes pereaksi wagner
- 6) Tabung ketiga ditambahkan 2 tetes pereaksi dragendorf
- 7) Alkaloid dikatakan positif apabila terjadi endapan putih pada tabung reaksi pertama dan timbulnya endapan berwarna coklat kemerahan pada tabung reaksi.

a) Pembuatan larutan kloroform beramonia

Sebanyak 1 mL ammonia pekat 28 % ditambahkan ke dalam 250 mL kloroform. Kemudian dikeringkan dengan penambahan 2,5 gram natrium sulfat anhidrat dan disaring

b) Pembuatan pereaksi meyer

Senyawa HgCl_2 sebanyak 1,5 gram di larutkan dengan 60 mL akuades. Ditempat lain dilarutkan KI sebanyak 5 gram dalam 10 mL akuades. Kedua larutan yang telah dibuat kemudian dicampurkan dan diencerkan dengan akuades sampai volume 100 mL. Pereaksi disimpan dalam botol gelap

c) Pembuatan pereaksi wagner

Senyawa KI sebanyak 2 gram dan iodine sebanyak 1,3 gram dilarutkan dengan akuades sampai volumenya 100 mL kemudian disaring. Pereaksi ini juga disimpan dalam botol gelap.

d) Pembuatan pereaksi dragendorf

Bismut subnitrat sebanyak 1 gram dilarutkan dalam campuran 10 mL asam asetat glasial dan 40 mL akuades. Ditempat lain 8 gram KI dilarutkan dalam 20 mL akuades. Kedua larutan ini dicampur dan kemudian diencerkan sampai volume 100 mL. Selanjutnya disimpan dalam botol gelap dan hanya dapat digunakan selama beberapa minggu setelah dibuat.

g. Uji Steroid

SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I UNIVERSITAS NUSA CENDANA

Kupang, 31 Maret 2022

- 1) Diambil 1 mL sampel ekstrak dimasukkan ke dalam tabung reaksi
- 2) Ditambahkan 10 tetes asam asetat anhidrida dan 3 tetes asam sulfat pekat
- 3) Dikocok larutan secara perlahan dan biarkan selama beberapa menit
- 4) Diamati perubahan warna yang terjadi. Jika terbentuk warna biru atau hijau positif senyawa steroid.

Uji Aktivitas Antioksidan

1. Pembuatan Larutan DPPH 50 ppm

Serbuk DPPH 5 mg dilarutkan dengan 1000 mL metanol p.a kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 1000 mL, volumenya dicukupkan dengan metanol p.a sampai tanda batas, sehingga didapatkan konsentrasi 50 ppm (Killedar *et al.*, 2013).

2. Pembuatan Larutan Induk Asam Askorbat

Sebanyak 1000 mg kristal asam askorbat dimasukkan ke dalam labu terukur 1000 mL, dan dilarutkan dengan metanol p.a 1000 mL lalu volumenya dicukupkan dengan metanol p.a sampai garis tanda (konsentrasi 1000 ppm).

3. Pembuatan Larutan Pembanding Asam Askorbat

Dari larutan induk asam askorbat 1000 ppm dibuat masing-masing variasi konsentrasi 0,5 ppm, 1,25 ppm, 2,5 ppm, 5 ppm dalam 1000 mL. Larutan uji masing-masing dipipet sebanyak 1 mL ke dalam tabung reaksi yang ditambahkan 2 mL larutan DPPH 50 ppm. Campuran tersebut dikocok dan diinkubasi selama 37° C dalam ruang gelap selama 30 menit. Masing-masing larutan tersebut diukur serapannya pada panjang gelombang 517 nm.

4. Pembuatan Larutan Induk Larutan Ekstrak n-Heksana Kulit Batang Tumbuhan “*At anonse*” (*Annona reticulata* L.) Ekstrak n-heksana kulit batang tumbuhan “*At anonse*” (*annona reticulata* L.) dibuat larutan induk pada konsentrasi 1000 ppm dengan menimbang 100 mg ekstrak kental, kemudian dilarutkan dengan metanol p.a 100 mL.

5. Pembuatan Larutan Ekstrak n-Heksana Kulit Batang Tumbuhan “*At anonse*” (*Annona reticulata* L.)

Dari larutan induk ekstrak n-heksana kulit batang tumbuhan “*At anonse*” (*annona reticulata* L.) 1000 ppm dibuat masing-masing variasi konsentrasi 500 ppm, 1000 ppm, 2000 ppm, 4000 ppm dalam 1000 mL. Larutan uji masing-masing dipipet sebanyak 1 mL ke dalam tabung reaksi yang ditambahkan 2 mL larutan DPPH 50 ppm. Campuran tersebut dikocok dan diinkubasi selama 37° C dalam ruang gelap selama 30 menit. Masing-masing larutan tersebut diukur serapannya pada panjang gelombang 517 nm. Uji aktivitas antioksidan dilakukan menggunakan ekstrak n-heksana dihitung sebagai % inhibisi, dengan rumus sebagai berikut:

$$\% \text{ Inhibisi} = \frac{\text{Abs.kontrol} - \text{Abs.sampel}}{\text{Abs.kontrol}} \times 100 \% \quad (1)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses pemisahan suatu zat berdasarkan perbedaan kelarutan terhadap dua atau lebih zat yang tidak tercampur adalah prinsip dari ekstraksi. Serbuk kulit batang tumbuhan “*At anonse*” (*Annona reticulata* L.) diekstraksi secara maserasi. Maserasi dipilih karena prosesnya mudah, sederhana dan tidak merusak struktur suatu senyawa apabila struktur tersebut tidak tahan panas [2] Serbuk kulit batang tumbuhan “*At anonse*” (*Annona reticulata* L.) dimaserasi menggunakan pelarut metanol sebanyak 1 liter selama 3x24 jam. Semakin lama suatu sampel diekstraksi maka hasil ekstrak yang diperoleh akan lebih banyak jumlahnya [10]. Filtrat dipisahkan dengan cara disaring menggunakan corong pisah untuk memisahkan filtrat dan residu. Residu yang diperoleh selanjutnya diremaserasi dengan pelarut etil asetat. Remaserasi bertujuan untuk menarik kandungan senyawa yang masih tertinggal pada saat maserasi pertama. Selanjutnya ekstrak metanol dipartisi cair-cair dengan pelarut n-heksana. Partisi berfungsi untuk pemisahan komponen kimia diantara dua fase pelarut yang tidak saling bercampur. Ekstrak n-heksana yang diperoleh dievaporasi. Evaporasi berfungsi untuk mempermudah proses penguapan pelarut dengan memperkecil tekanan dalam vakum dan temperatur diatur dibawah titik didih pelarut [10].

Skrining Fitokimia

Skrining fitokimia ini bertujuan untuk mengidentifikasi senyawa metabolit sekunder yang terkandung dalam kulit batang tumbuhan “*At anonse*” (*Annona reticulata* L.) berdasarkan jenis pelarut

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA**

Kupang, 31 Maret 2022

pengekstraknya. Data uji fitokimia kulit batang tumbuhan “*At anonse*” (*Annona reticulate* L.) disajikan dalam Tabel 2 seperti di bawah ini :

Tabel 2. Hasil Skrinning Fitokimia ekstrak n-heksana kulit batang “*At anonse*”

Golongan Senyawa	Ekstrak n-Heksana
Triterpenoid	-
Steroid	+
Tanin	-
Saponin	-
Fenolik	-
Flavonoid	+
Alkaloid	+

Ket. (+) : Teridentifikasi

(-) : Tidak teridentifikasi

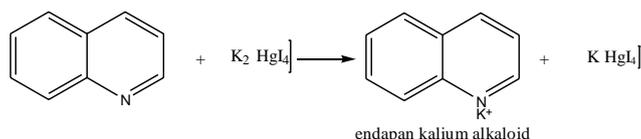
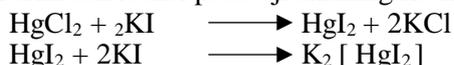
Berdasarkan hasil uji skrining fitokimia diketahui bahwa ekstrak n-heksana kulit batang tumbuhan “*At Anonse*” (*Annona reticulata* L.) mengandung senyawa alkaloid, flavonoid, dan steroid.

Uji Alkaloid

Pada pengujian senyawa alkaloid hasil positif ditunjukkan dengan adanya endapan putih saat pada penambahan reagen mayer dan terbentuk endapan coklat jika direaksikan dengan reagen wagner serta reagen dragendroff terbentuk endapan jingga [11]. Terbentuknya endapan ini disebabkan karena adanya pergantian ligan. Senyawa alkaloid bersifat semi polar yang mengandung atom nitrogen pada bagian sikliknya serta mengandung beberapa substituen yang bervariasi seperti gugus amnina, amida metoksi, serta fenol.

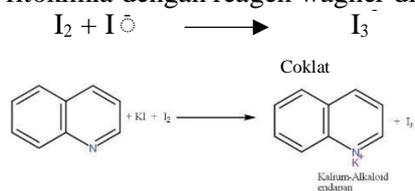
Dari hasil di atas maka dapat diketahui bahwa dalam ekstrak n-heksana kulit batang tumbuhan “*At Anonse*” (*Annona Reticulata* L.) positif terdapat golongan senyawa metabolit sekunder yaitu golongan alkaloid.

Perkiraan reaksi pada uji skrining fitokimia dengan reagen mayer ditunjukkan pada gambar 1:



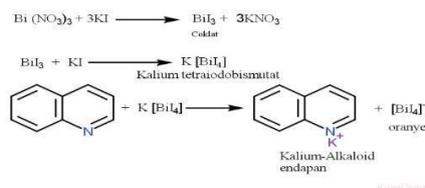
Gambar 1. Reaksi uji Mayer

Perkiraan reaksi pada uji skrining fitokimia dengan reagen wagner ditunjukkan pada gambar 2:



Gambar 2. Reaksi uji Wagner

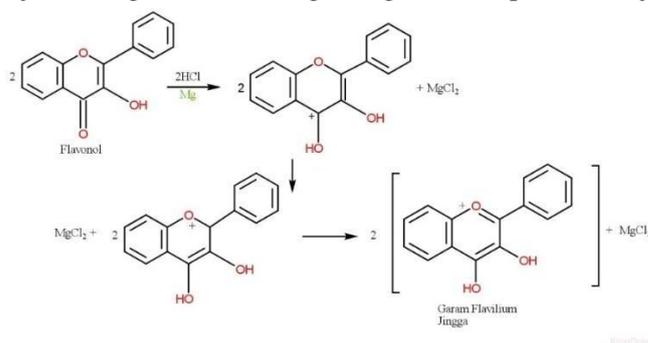
Perkiraan reaksi pada uji skrining fitokimia dengan reagen dragendroff ditunjukkan pada gambar 3:



Gambar 3. Reaksi uji Dragendorff

Uji Flavonoid

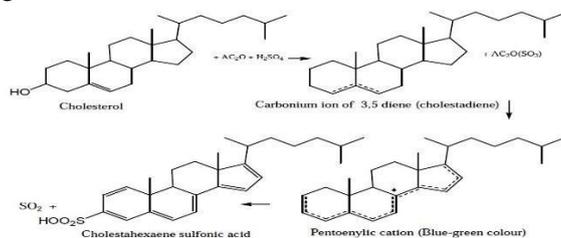
Ekstrak n-heksana kulit batang tumbuhan “*At Anonse*” (*Annona reticulata* L.) ditambahkan Mg dan HCl. Setelah penambahan larutan menjadi berwarna jingga pekat (Ergina *et al.*, 2014). Hal tersebut menunjukkan bahwa ekstrak n-heksana kulit batang tumbuhan “*At Anonse*” (*Annona reticulata* L.) positif mengandung senyawa metabolit sekunder golongan flavonoid [11]. Perkiraan reaksi pada uji skrining fitokimia dengan Mg dan HCl pekat ditunjukkan pada gambar 4:



Gambar 4. Reaksi Uji Flavonoid

Uji Steroid

Ekstrak n-heksana kulit batang tumbuhan “*At Anonse*” (*Annona Reticulata* L) ditambahkan asam asetat anhidrat dan H₂SO₄. Setelah penambahan, larutan menjadi warna biru atau hijau (Wahid *et al.*, 2020). Dari hasil diatas dapat diketahui bahwa ekstrak n-heksana kulit batang tumbuhan “*At Anonse*” (*Annona Reticulata* L) mengandung senyawa metabolit sekunder steroid. Perkiraan reaksi uji skrining fitokimia asam asetat anhidrida dan H₂SO₄ ditunjukkan pada gambar 5.



Gambar 5. Reaksi Uji Steroid [12].

Berdasarkan hasil skrining fitokimia ekstrak n-heksana kulit batang tumbuhan “*At Anonse*” (*Annona Reticulata* L.) di pulau Timor dibandingkan dengan penelitian sebelumnya oleh [5] terhadap kulit batang dan daun tumbuhan *Annona Reticulata* L. dengan metode sokletasi menggunakan pelarut petroleum eter, kloroform, metanol dan air, diperoleh hasil kandungan senyawa alkaloid, lemak dan minyak, lignin, steroid, tannin serta fenolik juga triterpenoid. Pada penelitian ini, senyawa metabolit sekunder yang didapatkan berbeda dengan penelitian sebelumnya karena adanya perbedaan metode ekstraksi, adanya perbedaan komposisi kimia tersebut diduga berasal dari perbedaan lokasi tumbuh, iklim dan curah hujan dari tanaman yang diteliti, sehingga turut berpengaruh terhadap produksi metabolit sekunder yang dihasilkan, serta kecenderungannya untuk larut dalam pelarut.

Uji Aktivitas Antioksidan Tumbuhan “*At Anonse*” (*Annona Reticulata* L)

Penentuan nilai aktivitas antioksidan pada penelitian ini menggunakan metode DPPH. Prinsip dari metode uji aktivitas antioksidan yaitu dengan melakukan pengukuran penangkapan radikal DPPH oleh suatu senyawa yang mempunyai uji aktivitas antioksidan. Nilai IC₅₀ didefinisikan sebagai besarnya konsentrasi senyawa uji yang dapat meredam radikal bebas sebanyak 50%. Semakin kecil nilai IC₅₀

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA**

Kupang, 31 Maret 2022

maka aktivitas antioksidannya semakin kuat. Prinsip kerja dari pengukuran ini adalah adanya radikal bebas stabil yaitu DPPH yang dicampurkan dengan senyawa antioksidan yang memiliki kemampuan mendonorkan hidrogen, sehingga radikal bebas dapat diredam [13]. Hasil uji aktivitas antioksidan kulit batang tumbuhan “*At anonse*” (*Annona reticulate* L.) ekstrak n-heksan dan asam askorbat dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil perhitungan IC₅₀ ekstrak n-heksan kulit batang tumbuhan “*At anonse*” (*Annona reticulate* L.) dan asam askorbat.

Ekstrak	Konsentrasi ($\mu\text{g/mL}$)	Absorbansi	% Inhibisi	IC ₅₀ (ppm)
n- Heksana	500	0.688	20.874	1.864,6804
	1000	0.558	35.825	
	2000	0.4025	53.709	
	4000	0.0795	90.856	
Asam askorbat	0,5	0.525	31.372	1,8186
	1,25	0.438	42.745	
	2,5	0.292	61.830	
	5	0.0815	89.346	

Tabel 3. Menunjukkan nilai IC₅₀ pada ekstrak n-heksan kulit batang tumbuhan “*At anonse*” (*Annona reticulate* L) berdasarkan hasil perhitungan adalah sebesar 1.864,6804 ppm, artinya aktivitas antioksidannya sangat lemah. Aktivitas antioksidan ekstrak n-heksana “*At Anonse*” (*Annona Reticulata* L.) yang lemah berkaitan dengan sedikitnya jumlah gugus pendonor hidrogen. Senyawa dengan aktivitas antioksidan tinggi adalah senyawa fenolik, karena memiliki banyak gugus hidroksi (pendonor elektron), sedangkan asam askorbat menunjukkan nilai IC₅₀ sebesar 1,8186 ppm, sehingga asam askorbat memiliki aktivitas antioksidan yang kuat.

Kategori aktivitas antioksidan suatu senyawa dapat digolongkan berdasarkan Tabel 4 [14].

Tabel 4. Penggolongan Aktivitas Antioksidan berdasarkan Nilai IC₅₀

Nilai IC ₅₀ (ppm)	Kategori
< 50	Sangat Kuat
50 – 100	Kuat
100 – 200	Sedang
150 – 200	Lemah
> 200	Sangat Lemah

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan golongan senyawa metabolit sekunder yang terkandung dalam ekstrak n-heksana kulit batang tumbuhan “*At anonse*” (*Annona reticulate* L) adalah steroid, flavonoid dan alkaloid. Ekstrak n-heksana kulit batang tumbuhan “*At anonse*” (*Annona reticulate* L) memiliki aktivitas antioksidan yang sangat lemah namun masih berpotensi sebagai antioksidan dengan nilai IC₅₀ menggunakan metode DPPH adalah sebesar 1.864,6804 $\mu\text{g/mL}$.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. Pratama Putra, A. Dharmayudha, and L. Sudimartini, “Identifikasi Senyawa Kimia Ekstrak Etanol Daun Kelor (*Moringa oleifera* L) di Bali,” *Indones. Med. Veterinus*, vol. 5, no. 5, pp. 464–473, 2017.
- [2] Rahmi, N. Herawati, and I. Dini, “Isolasi dan Identifikasi Senyawa Metabolit Sekunder Ekstrak Etil Asetat Kulit Batang Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* Linn),” *J. Chem.*, vol. 17, no. 1, pp. 98–107, 2016.
- [3] N. Amaliah, P. Salempa, and M. Muharram, “Isolasi dan Identifikasi Senyawa Metabolit

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA
Kupang, 31 Maret 2022**

- Sekunder Fraksi Metanol Batang Belajang Susu (*Scindapsus pictus* Hassk.),” *Chem. J. Ilm. Kim. dan Pendidik. Kim.*, vol. 21, no. 1, p. 78, 2020, doi: 10.35580/chemica.v21i1.14841.
- [4] P. G. Jamkhande and A. S. Wattamwar, “*Annona reticulata* Linn. (Bullock’s heart): Plant profile, phytochemistry and pharmacological properties,” *J. Tradit. Complement. Med.*, vol. 5, no. 3, pp. 144–152, 2015, doi: 10.1016/j.jtcme.2015.04.001.
- [5] K. Zaman and K. Pathak, “Pharmacognostical and Phytochemical Studies of *Annona Reticulata* Linn,” *J. Pharmacogn. Phytochem. Pharmacogn.*, vol. 1, no. 5, pp. 477–482, 2013.
- [6] V. S. S. GEETHA and B. LAWRENCE, “In vitro screening of *Annonareticulata* L. Pericarp for antimicrobial activity,” *Int. J. Pharma Bio Sci.*, vol. 8, no. 4, 2017, doi: 10.22376/ijpbs.2017.8.4.p169-177.
- [7] K.-T.-N. Ngbolua et al., “Phytochemistry and Bioactivity of *Annona reticulata* L. (Annonaceae): A Mini-review,” *South Asian Res. J. Nat. Prod.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–11, 2018, doi: 10.9734/SARJNP/2018/39633.
- [8] R. D. Bhalke and M. J. Chavan, “Analgesic and CNS depressant activities of extracts of *Annona reticulata* Linn . bark,” *Phytopharmacology*, vol. 1, no. 5, pp. 160–165, 2011.
- [9] N. Mery Obenu and E. Juliyanti Bria, “Ethnobotany Medicinal Plants of Dawan Ethnic in North Central Timor Regency,” *Biotropika J. Trop. Biol.*, vol. 9, no. 3, pp. 246–252, 2021, doi: 10.21776/ub.biotropika.2021.009.03.09.
- [10] N. M. Obenu, “Ekstraksi dan Identifikasi Komposisi Metabolit Fraksi Diklorometana dan Aquades Ektrak Metanol Daun Sirsak (*Annona muricata* Linn),” *J. Saintek Lahan Kering*, vol. 2, no. 1, pp. 17–19, 2019, doi: 10.32938/slk.v2i1.717.
- [11] A. M. Kopon, A. B. Baunsele, and E. G. Boelan, “Skrining Senyawa Metabolit Sekunder Ekstrak Metanol Biji Alpukat (*Persea Americana* Mill.) Asal Pulau Timor,” *Akta Kim. Indones.*, vol. 5, no. 1, p. 43, 2020, doi: 10.12962/j25493736.v5i1.6709.
- [12] A. R. Wahid and S. Safwan, “Skrining Fitokimia Senyawa Metabolit Sekunder Terhadap Ekstrak Tanaman Ranting Patah Tulang (*Euphorbia tirucalli* L.),” *Lambung Farm. J. Ilmu Kefarmasian*, vol. 1, no. 1, p. 24, 2020, doi: 10.31764/lf.v1i1.1208.
- [13] P. D. T. Ersam, *Kimiawi Mikromolekul Tumbuhan Artocarpus*. Surabaya: ITSPRESS, 2012.
- [14] Sari Afriani, N. Idiawati1, L. Destiar1, and L. Arianie1, “UJI AKTIVITAS ANTIOKSIDAN DAGING BUAH ASAM PAYA (*Eleiodoxa conferta* Burret) DENGAN METODE DPPH DAN TIOSIANAT,” *JKK*, Volum 3(1), Hal. 49-56, vol. 3, no. 1, pp. 49–56, 2014, [Online]. Available: <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jkkmipa/article/view/6003>.

**PENGARUH LAMA FERMENTASI TERHADAP KADAR ALKOHOL
DAN TINGKAT KESUKAAN WINE SORGUM
(*Sorghum bicolor* L. Moench)**

Yosua Mbeo, Sonya Titin Nge, Welmince Bota

Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Kristen
Artha Wacana Kupang, Jl. Adisucipto Oesapa, Kota Kupang, NTT
Email: sonyatitin@gmail.com

Abstrak

Wine merupakan minuman yang terbuat melalui proses fermentasi gula yang ada di dalam buah anggur yang kemudian akan diubah menjadi alkohol. Selain buah anggur terdapat alternatif lain untuk pembuatan wine yaitu biji sorgum. Kandungan pati pada biji sorgum dapat dimanfaatkan dalam pembuatan wine. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh lama fermentasi terhadap kadar alkohol dan tingkat kesukaan wine sorgum. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Pendidikan Biologi Universitas Kristen Artha Wacana Kupang, menggunakan metode eksperimen RAL dengan 4 perlakuan dan 4 kali pengulangan. Wine dibuat dengan mencampurkan bahan ekstrak biji sorgum dengan ragi. Perlakuan lama fermentasi yang dilakukan pada penelitian ini adalah P1 (7 hari), P2 (14 hari), P3 (21 hari) dan P0/kontrol (5 hari). Wine yang dihasilkan akan diuji kadar alkohol menggunakan alkohol meter dan uji organoleptik untuk mengetahui tingkat kesukaan panelis terhadap wine sorgum. Analisis data menggunakan Anova dan uji lanjut Duncan/DMRT. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar alkohol tertinggi terdapat pada perlakuan P3 dengan rata-rata 8,75%. Secara keseluruhan dari parameter rasa, aroma dan warna berpengaruh nyata. Data menunjukkan rata-rata panelis lebih banyak menyukai pada perlakuan P3 rasa (3,41), aroma (3,55), dan warna (3,38). Dengan demikian biji sorgum dapat menjadi bahan alternatif dalam pembuatan wine sorgum.

Kata kunci: Wine, Biji sorgum, kadar alkohol, fermentasi, organoleptik.

Abstract

[The Effect Of Long Fermentation On Alcohol Content And The Level Of Preference For Sorghum Wine (*Sorghum bicolor* L. Moench)] Wine is a drink made through the fermentation process of sugar in grapes which is then converted into alcohol. Apart from grapes there is another alternative for wine making, namely sorghum seeds. The starch content in sorghum seeds can be used in wine making. The purpose of this study was to determine the effect of fermentation time on alcohol content and level of preference for sorghum wine. This research was conducted at the Laboratory of Biological Education, Artha Wacana Christian University, Kupang, using the RAL experimental method with 4 treatments and 4 repetitions. Wine is made by mixing sorghum seed extract with yeast. The treatment of fermentation time in this study was P1 (7 days), P2 (14 days), P3 (21 days) and P0 / control (5 days). The resulting wine will be tested for alcohol content using an alcohol meter and an organoleptic test to determine the panelists' preference for sorghum wine. Data analysis using ANOVA and further Duncan / DMRT test. The results showed that the highest alcohol content was in the P3 treatment with an average of 8.75%. Overall, the parameters of taste, aroma and color have a significant effect. The data showed that the average panelists preferred the P3 treatment of taste (3,41), aroma (3,55), and color (3,38). Thus sorghum seeds can be an alternative ingredient in sorghum wine making.

Keywords: Wine, sorghum seeds, alcohol content, fermentation, organoleptic.

PENDAHULUAN

Sorghum merupakan tanaman serealia yang berasal dari Afrika Timur dan banyak dibudidayakan di Eropa Selatan, Amerika Utara, Amerika Tengah dan Asia Selatan. *Genus* sorgum terdiri dari 20 sampai 32 spesies yang telah dikenal namun yang paling banyak dibudidayakan ialah spesies *sorghum bicolor* L. Moench [1]. Hampir semua bagian dari tanaman sorgum bisa dimanfaatkan seperti batang sorgum bisa digunakan untuk membuat bioetanol, biji sorgum bisa digunakan sebagai bahan pangan seperti dodol sorgum, roti manis, kue kering dan daunnya bisa dijadikan pakan ternak. Berdasarkan informasi yang diperoleh dari masyarakat Desa Oenitas Kabupaten Rote Ndao bahwa pembudidayaan

SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I UNIVERSITAS NUSA CENDANA

Kupang, 31 Maret 2022

tanaman sorgum secara tanam pilih saja dengan tujuan mengurangi hama burung pada padi ladang. Biji sorgum yang telah dipanen bisa disimpan dalam jangka waktu yang lama sehingga dimanfaatkan sebagai makanan alternatif pengganti beras dan jagung, ada juga dijadikan makanan ternak.

Biji sorgum merupakan salah satu bahan pangan yang memiliki sumber kalori sebanyak 332 kal, karbohidrat 73,0 g, protein 11,0 g, lemak 3,3 g, kalsium 28 mg, fosfor 287 mg, zat besi 4,4 mg, vitamin B1 0,38 mg [2]. Biji sorgum berpotensi untuk dikembangkan sebagai sumber karbohidrat dan pangan fungsional karena merupakan bahan pangan yang memberikan pengaruh positif terhadap kesehatan, penampilan jasmani dan rohani seseorang. Kandungan senyawa fenolik dan antioksidan pada biji sorgum juga dapat mencegah penyakit diabetes dan resistensi insulin serta dapat menurunkan kadar kolesterol [3]. Namun potensi tersebut belum dapat dimanfaatkan sepenuhnya karena adanya berbagai hambatan baik dari segi pemahaman akan manfaat sorgum maupun dari segi penerapan teknologi pembudidayaannya.

Wine merupakan minuman hasil fermentasi dengan jumlah penggemar yang tinggi. Hampir disetiap negara maju hingga negara berkembang sudah memanfaatkan jenis minuman ini untuk kepentingan bisnis. *Wine* sangat populer dan banyak diminati oleh masyarakat Indonesia. Minuman yang juga dikenal sebagai minuman beralkohol sangat diminati dari kalangan pemuda hingga dewasa/orang tua. Beberapa daerah tertentu memanfaatkan minuman beralkohol dalam upacara adat. Salah satunya ialah Kabupaten Rote Ndao Provinsi Nusa Tenggara Timur yang memanfaatkan minuman beralkohol seperti *sopi* dalam upacara adat maupun perkumpulan acara keluarga. Minuman tersebut biasa dikonsumsi dengan tujuan untuk memperat hubungan kekeluargaan.

Wine diproduksi dengan melibatkan serangkaian proses biokimiawi yang kompleks. Proses ini melibatkan peran sejumlah enzim dari beberapa mikroorganisme seperti khamir yang banyak berperan pada terbentuknya alkohol melalui proses fermentasi primer. *Wine* dibuat melalui fermentasi gula yang ada di dalam buah anggur yang kemudian akan diubah menjadi alkohol [4].

Lama fermentasi merupakan waktu yang diperlukan mikroba untuk merombak substrat menjadi suatu produk yang bernilai. Pada awal fermentasi aktivitas enzim masih sangat rendah. Aktivitas enzim akan meningkat dengan bertambahnya waktu fermentasi dan akan mengalami perhentian ketika energi yang dibutuhkan mikroba telah habis. Hal ini mengikuti pola pertumbuhan mikroorganisme yang mengalami beberapa fase pertumbuhan yaitu fase adaptasi, fase eksponensial, fase stasioner dan fase kematian [5].

Selain buah anggur, *wine* bisa dibuat dari bahan pangan yang lain seperti pisang dan delima [6], dan singkong [7]. Hal tersebut bisa dilakukan karena yang dibutuhkan untuk memproduksi minuman *wine* adalah bahan yang memiliki kandungan gula maupun bahan yang dapat menghasilkan gula sebagai bahan dasar fermentasi. Menurut [8], dalam skripsinya yang berjudul "Studi fermentasi nira batang sorgum untuk produksi etanol". Rata-rata nilai alkohol pada penelitian ini berkisar antara 0,5-1,1%. Dimana nilai alkohol tertinggi diperoleh pada suhu 40°C, brix stok 18% dan 40% pada hari ke 20. Selain itu, biji sorgum juga merupakan salah satu bahan pangan yang mengandung pati yang bisa dihidrolisis untuk menghasilkan glukosa sebagai bahan dasar fermentasi *wine*.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh lama fermentasi terhadap kadar alkohol dan tingkat kesukaan dari *wine* sorgum (*Sorghum bicolor* L. Moench).

METODE

Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan Oktober-Desember 2020 di Laboratorium Biologi Universitas Kristen Artha Wacana Kupang. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah alkohol meter (pirex), timbangan analitik (Osuka), blender (Cosmos), baskom plastik, ember, kompor (Hock), panci, ceret, gelas ukur 100 ml (Duran-germ), saringan, stopwatch, sutel, sendok stainless, corong. Botol (kaca dan plastik), cutter, selang plastik, lem lilin, alat tulis dan kamera. Bahan yang digunakan adalah biji sorgum yang diperoleh dari Kabupaten Rote Ndao, gula kristal, ragi (fermipan), dan air mineral, dan alkohol. Metode penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan variasi lama fermentasi yang digunakan adalah P1 (7 hari), P2 (14 hari), P3 (21 hari) dan kontrol P0 (5 hari) dengan 4 kali pengulangan untuk setiap perlakuan.

Langkah-langkah pembuatan *Wine*

SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I UNIVERSITAS NUSA CENDANA

Kupang, 31 Maret 2022

Biji sorgum ditumbuk dan dibersihkan kulitnya lalu ditimbang sebanyak 250 gram. Setelah itu dicuci bersih dan dimasak selama 30 menit. Biji sorgum diblender dan ditambah air mineral 500 ml. Setelah itu masukan gula 60 gram dan yeast 10 gram kedalam wadah yang berisi ekstrak sorgum dan diaduk hingga larut. Larutan tersebut kemudian dimasukkan dalam botol fermentasi yang tersedia. Tutupan botol dilubangi dan disambung selang dari botol fermentasi menuju botol lain yang berisi air lalu ditutup rapat dengan menggunakan lem lilin, dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 1. (a) Ekstrak Sorgum, (b) Ekstrak sorgum difermentasikan

Fermentasi dilakukan dalam ruangan dengan suhu berkisar antara 25 °C-30 °C, selama 5, 7, 14 dan 21 hari. Pengujian yang dilakukan yaitu uji organoleptik dan uji alkohol pada *wine* sorgum.

Uji Organoleptik

Pengujian organoleptik dilakukan untuk mengetahui kualitas *wine* sorgum dengan menggunakan panelis terlatih sebanyak 15 orang untuk menilai masing-masing atribut yang dimiliki *wine* sorgum. Adapun atribut-atribut yang dinilai meliputi kesukaan rasa, aroma dan warna [9]. Langkah pengujian organoleptik *wine* sorgum ialah sampel diambil 5 ml kemudian dimasukkan kedalam cup 50 ml. Dari sampel yang telah disiapkan diambil 1 cup kemudian diminum dan dikecap dengan lidah. Panelis mengisi kuesioner dan memberikan penilaian pada kuesioner tersebut. Penilaian uji organoleptik dengan skala kuesioner dengan tingkat kesukaan 1 sampai 4 [10].

Tabel 1. Skala Penilaian Tingkat Kesukaan

No	Cita rasa	Jenis pengujian		
		Rasa	Aroma	Warna
1	Sangat tidak suka			
2	Tidak suka			
3	Suka			
4	Sangat suka			

Uji Kadar Alkohol

Pengujian kadar alkohol dilakukan pada Laboratorium Biologi Universitas Kristen Artha Wacana Kupang. Prosedur pengujian kadar alkohol dilakukan dengan menggunakan alkohol meter. Dengan cara alkohol meter dicelup kedalam destilat sampai batas yang tercelup pada permukaan destilat sehingga menunjukkan kadar alkohol pada sampel yang diuji.

Teknik analisis data statistik yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan bantuan komputer program SPSS dengan uji ANOVA satu jalur. Jika ada pengaruh yang signifikan dari 0,05 maka dilanjutkan dengan uji beda nyata terkecil [10].

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar Alkohol

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di Laboratorium Biologi Universitas Kristen Artha Wacana Kupang. Pengukuran kadar alkohol menggunakan alkohol meter untuk setiap perlakuan

SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA
Kupang, 31 Maret 2022

fermentasi *wine* sorgum maka diperoleh nilai rata-rata kadar alkohol sebagai berikut yaitu pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Rata-Rata Kadar Alkohol *Wine* Sorgum

Perlakuan	Kadar Alkohol				Rata-rata
	U1	U2	U3	U4	
P0	2%	2%	1%	2%	1,75
P1	3%	4%	4%	3%	3,50
P2	7%	7%	7%	6%	6,75
P3	9%	8%	9%	9%	8,75

Keterangan: P0 (kontrol)= lama fermentasi 5 hari, P1= lama fermentasi 7 hari, P2= lama fermentasi 14 hari, P3= lama fermentasi 21 hari, U1= pengulangan 1, U2= pengulangan 2, U3= pengulangan 3, U4= pengulangan 4.

Berdasarkan tabel 2 dilihat bahwa rata-rata 4 perlakuan dengan 4 pengulangan dengan variasi waktu fermentasi yaitu 5 hari (kontrol), 7 hari, 14 hari dan 21 hari. Sehingga diperoleh rata-rata kadar alkohol *wine* sorgum tertinggi pada perlakuan P3 dengan hasil 8,75. Sedangkan pada perlakuan P1, P2 dan P0 memiliki nilai rata-rata yaitu P1 (3,50), P2 (6,75), dan P0 (1,75). Pada tabel ini menunjukkan nilai rata-rata kadar alkohol paling rendah yaitu pada perlakuan P0 dengan hasil 1,75. Pada tabel 2 menunjukkan nilai rata-rata kadar alkohol *wine* sorgum yang berbeda-beda. Setelah dilakukan uji normalitas dan uji homogenitas maka dapat dilakukan uji Anova karena hasil menunjukkan data tersebut berdistribusi normal dan homogen.

Tabel 3. Uji Anova Kadar Alkohol *Wine* Sorgum

ANOVA					
Kadar Alkohol	Sum of Squares	Df	Mean square	F	Sig.
Between Groups	119.188	3	39.729	146.692	.000
Within Groups	3.250	12	.271		
Total	122.438	15			

Setelah dilakukan uji Anova tabel 3 menunjukkan bahwa nilai sig. $0,000 < 0,05$ yang berarti H_0 ditolak sedangkan H_1 diterima menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan pada setiap perlakuan. Perbedaan dari perlakuan tersebut dapat dilihat secara nyata dengan uji lanjut yaitu uji beda nyata terkecil [10]. Berdasarkan uji BNT menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang nyata dari setiap perlakuan. Kadar alkohol pada kontrol atau P0 berbeda nyata terhadap perlakuan P1, P2 dan P3. Perlakuan P1 memiliki beda nyata terhadap perlakuan P0, P2 dan P3. Perlakuan P2 memiliki beda nyata terhadap perlakuan P0, P1 dan P3. Perlakuan P3 memiliki beda nyata terhadap perlakuan P0, P1 dan P2. Sehingga dapat dilihat bahwa perlakuan waktu fermentasi pada *wine* sorgum yang berbeda berpengaruh terhadap variasi kadar alkohol. Berdasarkan hasil perhitungan statistik data menunjukkan rata-rata kadar alkohol paling tinggi terlihat pada perlakuan P3 yaitu 8,75 dengan lama fermentasi 21 hari. Sedangkan pada perlakuan P0 atau kontrol sangat rendah yaitu 1,75 dengan lama fermentasi 5 hari. Tinggi rendahnya kadar alkohol yang diperoleh sangat dipengaruhi oleh pertumbuhan khamir yang digunakan dalam fermentasi. Pertumbuhan khamir dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya waktu fermentasi, komposisi media yang digunakan sebagai media pengembangbiakan mikroba dan ketersediaan substrat yang cukup. Pada penelitian ini dapat dilihat bahwa ada pengaruh waktu fermentasi terhadap perbedaan kadar alkohol yang dihasilkan. Fermentasi *wine* sorgum terjadi kenaikan kadar alkohol dari hari ke 5 sampai dengan hari ke-21. Kadar alkohol optimum yang diperoleh yaitu 8,75 pada hari yang ke 21. Adanya perbedaan kadar alkohol yang diperoleh dipengaruhi oleh konsentrasi gula yang terdapat dalam media fermentasi. Hal ini menunjukkan bahwa khamir *Saccharomyces cerevisiae* memiliki enzim invertase dan zymase yang mampu mengubah gula menjadi alkohol dan karbon dioksida. Pada perlakuan hari ke-21 khamir dapat merombak zat gula

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA**

Kupang, 31 Maret 2022

secara maksimal disbanding dengan perlakuan hari ke 7, hari ke 14 dan hari ke 5. Pada perlakuan hari ke 21 kadar gula dimanfaatkan secara maksimal oleh khamir. Sedangkan pada perlakuan hari ke 5 memiliki kadar alkohol sangat rendah yaitu 1.75. Hal ini terjadi karena khamir belum maksimal dalam merombak gula yang ada dalam media menjadi alkohol. Semakin lama fermentasi maka semakin banyak glukosa yang dirombak oleh khamir menjadi alkohol sehingga kadar alkohol yang dihasilkan semakin tinggi [11]. Lama fermentasi dalam penelitian ini juga menunjukkan bahwa perbedaan kadar alkohol disebabkan adanya aktivitas mikroba sesuai fase pertumbuhannya. Pada perlakuan hari ke 5 menunjukkan kadar alkohol sangat rendah karena pada tahap ini sel mikroba masih menyesuaikan diri dengan lingkungan barulah membelah diri menjadi banyak. Kemudian untuk perlakuan waktu untuk hari ke 7, ke 14 dan samapai pada hari ke 21 terjadi peningkatan kadar alkohol karena adanya substrat seperti gula yang mendukung pertumbuhan mikroba sehingga dengan bertambahnya waktu mikroba tersebut bertambah banyak jumlahnya dengan demikian bertambah pula kadar alkohol yang dihasilkan. Fase perkembangbiakan sel khamir mulai dari fase lag (penyesuaian), fase eksponensial (logaritma) dimana etanol sebagai metabolit primer yang dihasilkan sedangkan tahap selanjutnya sel khamir mulai memasuki fase stasioner dan fase kematian sehingga alkohol yang dihasilkan menurun [12].

Uji Organoleptik Wine Sorgum.

Tabel 4. Rata-Rata Uji Hedonik Wine Sorgum

Parameter penilaian	Rata-rata penilaian			
	P0	P1	P2	P3
Rasa	2,33	2,85	3,08	3,41
Aroma	2,5	3,03	3,08	3,55
Warna	2,57	3,1	3,2	3,38

Keterangan: P0 (kontrol: 5 hari), P1 (7 hari), P2 (14 hari), P3 (21 hari)

Uji rasa wine sorgum (*Sorghum bicolor l. Moench*)

Rasa merupakan salah satu aspek yang dinilai dalam organoleptik yang melibatkan indra perasa yaitu lidah. Pengujian terhadap rasa dilakukan oleh panelis yang diberikan kesempatan untuk mencoba merasakan wine sorgum yang telah disediakan. Panelis kemudian memberikan skor sesuai skala yang terdapat dalam kuisioner.

Tabel 5. Uji Anova Rasa Wine Sorgum

ANOVA					
Rasa	Sum of Squares		Mean square		
Between Groups	560.188	3	186.729	8.170	.003
Within Groups	274.250	12	22.854		
Total	834.438	15			

Berdasarkan uji Anova pada tabel 5 dengan hasil $0,003 < 0,05$. Sehingga H_0 ditolak sedangkan H_1 diterima hal ini menunjukkan dalam perlakuan tersebut terdapat perbedaan yang signifikan. Oleh karena ada perbedaan maka dilakukan uji lanjut yaitu uji beda nyata terkecil untuk mengetahui perlakuan mana yang sungguh berbeda (10). Hasil uji BNT menunjukkan bahwa perlakuan kontrol atau P0 berbeda nyata terhadap perlakuan P1, P2 dan P3. Perlakuan P1 berbeda nyata terhadap perlakuan P0 dan P3 tetapi tidak berbeda nyata terhadap perlakuan P2. Perlakuan P2 berbeda nyata terhadap perlakuan P0 tetapi tidak berbeda nyata terhadap perlakuan P1 dan P3. Kemudian perlakuan P3 berbeda nyata terhadap perlakuan P0 dan P1 tetapi tidak berbeda nyata terhadap perlakuan P2. Hasil dari data BNT pada wine sorgum terlihat bahwa kesukaan rasa wine sorgum dengan variasi lama waktu perlakuan menunjukkan adanya perlakuan yang sama dan ada pula yang berbeda nyata. Hasil menunjukkan bahwa pada perlakuan P1 tidak berbeda dengan P2 dan P2 tidak berbeda dengan P3. Hal

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA**

Kupang, 31 Maret 2022

ini menunjukkan bahwa panelis memiliki kesukaan rasa yang sama antara P1, P2 dan P3. Pada diagram 2 rata-rata uji hedonik rasa yang paling disukai oleh panelis yaitu pada perlakuan P3. Menurut panelis bahwa pada perlakuan P3 saat diminum memberi rasa hangat pada tenggorokan, hal ini dapat dideteksi karena adanya kadar alkohol yang tinggi. Berbeda dengan P0 yang paling tidak disukai oleh panelis karena lebih memberikan rasa asam pada saat diminum, hal ini terjadi karena terdapat banyak glukosa yang belum dirombak dengan tepat dan juga proses fermentasi berlangsung terdapat asam laktat. Perbedaan rasa alkohol disebabkan variasi lama waktu fermentasi yang digunakan berbeda. Hal ini disebabkan semakin lama proses fermentasi maka kadar alkohol yang diperoleh juga semakin tinggi. Sehingga semakin lama fermentasi semakin banyak *Saccharomyces cerevisiae* yang akan memecah gula menjadi alkohol dan karbon dioksida.

Parameter uji aroma wine sorgum (*Sorgum bicolor* L. Moench)

Tabel 6. Uji Anova Aroma Wine Sorgum

ANOVA					
Aroma	Sum of Squares		Mean square		
Between Groups	498.250	3	166.083	18.891	.000
Within Groups	105.500	12	8.792		
Total	603.750	15			

Berdasarkan uji Anova pada tabel 6 dengan hasil $0,000 < 0,05$. Sehingga H_0 ditolak sedangkan H_1 diterima hal ini menunjukkan dalam perlakuan tersebut terdapat perbedaan yang signifikan. Oleh karena ada perbedaan maka dilakukan uji lanjut yaitu uji beda nyata terkecil untuk mengetahui perlakuan mana yang sungguh berbeda [10]. Hasil uji BNT menunjukkan bahwa perlakuan kontrol atau P0 berbeda nyata terhadap perlakuan P1, P2 dan P3. Perlakuan P1 berbeda nyata terhadap perlakuan P0 dan P3 tetapi tidak berbeda nyata terhadap perlakuan P2. Perlakuan P2 berbeda nyata terhadap perlakuan P0 dan P3 tetapi tidak berbeda nyata terhadap perlakuan P1. Kemudian perlakuan P3 berbeda nyata terhadap perlakuan P0, P1 dan P2. Berdasarkan hasil uji wine sorgum menunjukkan bahwa pada perlakuan P3 memiliki kesukaan aroma tertinggi. Hal ini menunjukkan bahwa panelis lebih banyak menyukai perlakuan P3 karena menurut panelis bahwa adanya aroma alkohol yang pekat saat dihirup. Sedangkan menurut panelis untuk perlakuan P0 memiliki aroma gula asam hal ini menunjukkan bahwa pada perlakuan P0 dengan lama fermentasi 5 hari sehingga belum banyak gula yang dirombak. Sedangkan kesukaan aroma pada perlakuan P1 dan P2 tidak berbeda karena menurut panelis adanya aroma alkohol tetapi kurang tajam seperti pada perlakuan P3. Kesukaan panelis terhadap aroma wine sorgum lebih tinggi terdapat pada perlakuan P3. Hal ini terjadi karena proses fermentasi selama 21 hari berpengaruh terhadap aroma wine sorgum. Asam-asam volatile akan bereaksi dengan alkohol dan membentuk ester. Senyawa ester yang terkandung dalam produk wine sorgum adalah etil oktanoat yang menghasilkan aroma. Perlu diketahui bahwa kadar etanol yang paling tinggi terdapat pada P3 sehingga berpengaruh terhadap aroma alkohol pada wine sorgum. Sedangkan pada perlakuan P0, P1 dan P2 kurang diminati panelis karena kadar etanol yang terdapat dalam perlakuan tersebut sedikit sehingga aroma yang ditimbulkan kurang pekat. Selama proses fermentasi aroma yang terbentuk akan semakin kuat. Senyawa-senyawa yang mempengaruhi aroma pada wine yaitu ester, alkohol, asam lemak serta aldehid [13]. Oleh karena itu dengan bertambahnya lama fermentasi dapat meningkatkan aroma dari wine sorgum.

Parameter uji warna wine sorgum (*Sorgum bicolor* L. Moench)

Tabel 7. Uji Anova Warna Wine Sorgum

ANOVA					
Warna	Sum of Squares		Mean square		
Between Groups	332.188	3	110.729	12.685	.000

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA
Kupang, 31 Maret 2022**

Within Groups	104.750	12	8.729
Total	436.938	15	

Berdasarkan uji Anova pada tabel 7 dengan hasil $0,000 < 0,05$. Sehingga H_0 ditolak sedangkan H_1 diterima hal ini menunjukkan dalam perlakuan tersebut terdapat perbedaan yang signifikan. Oleh karena ada perbedaan maka dilakukan uji lanjut yaitu uji beda nyata terkecil untuk mengetahui perlakuan mana yang sungguh berbeda [10]. Hasil uji BNT menunjukkan bahwa perlakuan kontrol atau P0 berbeda nyata terhadap perlakuan P1, P2 dan P3. Perlakuan P1 berbeda nyata terhadap perlakuan P0 tetapi tidak berbeda nyata terhadap perlakuan P2 dan P3. Perlakuan P2 berbeda nyata terhadap perlakuan P0 tetapi tidak berbeda nyata terhadap perlakuan P1 dan P3. Kemudian perlakuan P3 berbeda nyata terhadap perlakuan P0 tetapi tidak berbeda nyata terhadap perlakuan P1 dan P2. Dilihat dari hasil uji maka pada perlakuan P0 berbeda terhadap P1, P2, P3 hal ini menunjukkan bahwa kesukaan warna oleh panelis terhadap perlakuan P1, P2, P3 adalah sama. Berdasarkan uji hedonic warna wine sorgum khususnya pada perlakuan P1, P2 dan P3 yang lebih disukai oleh panelis. Pada perlakuan P3 sangat disukai panelis dengan warna kuning keemasan. Karena ada faktor yang mempengaruhi seperti komponen warna biji sorgum yang mengalami pengendapan dan juga jenis gula yang digunakan sehingga terlihat jernih kuning keemasan. Kondisi perbedaan warna ini dikarenakan selama proses penjernihan komponen warna pada *wine* sorgum khususnya warna gelap kemerahan mengalami pengendapan sehingga warna tampak lebih cerah kuning keemasan. Pada perlakuan P0 kurang disukai panelis dengan warna kuning keruh hal ini dikarenakan tahapan penuaan *wine* sorgum yang berbeda-beda. Faktor-faktor yang mempengaruhi warna *wine* adalah iklim wilayah produksi, varietas buah atau biji-bijian, tingkat kematangan buah atau biji-bijian dan teknik vinifikasi atau penuaan. Dalam penelitian ini dapat dilihat bahwa dari empat perlakuan fermentasi yaitu P0, P1, P2 dan P3 dan dilakukan uji kadar alkohol dan uji organoleptik maka diperoleh perlakuan terbaik berada pada perlakuan P3 dengan lama fermentasi 21 hari. Menurut standar SNI maka dilihat bahwa wine sorgum lebih mirip dengan anggur beras dengan kadar etanol tidak kurang dari 7% dan tidak lebih dari 24%.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa lama fermentasi dengan perlakuannya itu kontrol atau P0, P1, P2 dan P3 menunjukkan pengaruh terhadap kadar alkohol dan rasa pada *wine* sorgum (*Sorghum bicolor* L. Moench). Semakin lama proses fermentasi maka akan semakin meningkat kadar alkohol yang dihasilkan. Hasil analisis kadar alkohol tertinggi pada perlakuan P3 yaitu 8,75 dengan lama waktu fermentasi 21 hari. Hasil uji hedonic menunjukkan hasil rata-rata *wine* sorgum yang paling disukai panelis dari parameter rasa, aroma dan warna yaitu pada perlakuan P3 yaitu rasa (3,41), aroma (3,55) dan warna (3,38). Hal ini menunjukkan bahwa pada perlakuan P3 menurut panelis dengan rasa (suka), aroma (suka), warna (suka). Saran untuk penelitian lanjutan biji sorgum dapat digunakan untuk pembuatan cuka.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Andriani, A., Dan M. Isnaini. 2013. *Morfologi Dan Fase Pertumbuhan Sorgum*. Di Dalam: Sumarno., D. S. Damadjati, M. Syam, Dan Hermanto., Editor. *Sorgum: Inovasi Teknologi Dan Pengembangan*. Jakarta: IAARD Press
- [2] Departemen Kesehatan RI. 1992. *Daftar komposisi bahan makanan*. Penerbit Bratara. Jakarta.
- [3] Yuliana Meta, 2017. *Seleksi bakteri asam laktat dan pemanfaatannya sebagai starter untuk pemanfaatan biji sorgum*. *Skripsi tidak dipublikasikan*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- [4] Winarno, FG. 2002. *Kimia Pangan Dan Gizi*. Gramedia. Kupang
- [5] Abdul Aziz Darwis, Illah Sailah, Tun Tedja Irawadi, Safriani. 1995. Kajian kondisi fermentasi pada produksi selulase dari limbah kelapa sawit (Tandan kosong dan sabut) oleh neurospora sitophila. *J. Teknologi Industri Pertanian* vol. 5(3)199-207
- [6] Sonya Titin Nge, Martanto Martosupono, Leo senobroto dan Ferry Fredy Karwur. 2016. Kadar dan identifikasi senyawa polifenol pada wine terbuat dari campuran buah ekstrak delima dan

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA
Kupang, 31 Maret 2022**

- pisang. *Jurnal kadar dan identifikasi senyawa polifenol pada wine*. Universitas Kristen Satya Wacana. Salatiga.
- [7] Hawusiwa, S., Eko. 2015. Pengaruh Konsetrasi Pasta Singkong (*Manihot esculenta*) Dan Lama Fermentasi Pada Proses Pembuatan Minuman Wine Singkong. *Jurnal Pangan Da Agroindustri*, Vol 3 No 1. Hal 147-155
- [8] Apriwinda. 2013. Studi fermentasi nira batang sorgum (*Sorghum bicolor* L. Moench) untuk produksi etanol. Skripsi. Universitas Hasanuddin Makassar. Makassar
- [9] Soekarto, ST. 2012. *Uji Organoleptik Formulasi cookies kaya gizi*. Depok: Universitas Indonesia.
- [10] Agus tri Basuki. 2014. *Pengguna SPSS dalam Statistik*. Danisa media. Yogyakarta
- [11] Setyohadi. 2006. *Proses Mikrobiologi Pangan (Proses Kerusakan dan Pengolahan)*. USU-Press. Medan.
- [12] Buckle, K. A., R. A. Edwards, G. H. Fleet dan M. Wotton, 2007. *Ilmu pangan*. Penerjemah H Purnomo dan Adiono. UI – Press, Jakarta.
- [13] Tan, I. H., 2013. Perkembangan Produk Wine Kombinasi Buah Tropis Nanas (*Annas comusus*), Apel Malang (*Malus pumila*) Dan Belimbing Manis (*Averhoa carambola*) Ditinjau Dari Karakteristik Kimiawi Dan Sensori. *Skripsi*. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Katolik Soegijapranata, Semarang.

**FRAKSINASI DAN ANALISIS KROMATOGRAFI LAPIS TIPIS
EKSTRAK UMBI BUNGA KELELAWAR HITAM
(*Tacca chantrieri* André)**

**Roswita L. Wusu¹, Antonius R. B. Ola^{1,2}, Mikhael F. Bitin Berek¹, Prisilia T. Dapa¹,
Yohanes G. Lamak¹**

¹Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Jl. Adi Sucipto,
Kota Kupang, 85001, Indonesia

²Laboratorium Riset Terpadu (Biosains), Universitas Nusa Cendana, Jl. Adi Sucipto,
Kota Kupang, 85001, Indonesia

E-mail: lodovicaroswita2903@gmail.com

Abstrak

Bunga kelelawar hitam (*Tacca chantrieri* André) merupakan tumbuhan herba tahunan di daerah tropis. *Tacca chantrieri* André memiliki kandungan metabolit sekunder, salah satunya adalah taccalonolida yang telah diidentifikasi sebagai penstabil mikrotubulus yang memiliki khasiat melawan tumor yang resistan terhadap obat dan agen antikanker yang baik. Ekstrak dari tumbuhan ini dapat dimanfaatkan sebagai antibakteri, antiinflamasi dan antijamur. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui profil senyawa kimia khususnya kandungan metabolit sekunder pada ekstrak umbi bunga kelelawar hitam asal Kalimantan. Ekstrak diperoleh melalui proses maserasi simplisia dengan pelarut metanol. Ekstrak diperoleh melalui proses maserasi dengan pelarut metanol, kemudian difraksinasi menggunakan Kromatografi Cair Vakum dan diuji secara kualitatif dengan Kromatografi Lapis Tipis. Hasil fraksinasi menunjukkan adanya 7 fraksi besar pada ekstrak umbi bunga kelelawar hitam yang memiliki variasi warna yaitu kuning, hijau, kuning kecokelatan dan cokelat tua. Analisis Kromatografi Lapis Tipis setiap fraksi menunjukkan adanya kandungan senyawa metabolit sekunder yang bersifat semipolar dan non polar pada fraksi 60%, 40%, dan 20% n-heksan dalam etil asetat dan 100% etil asetat.

Kata kunci: bunga kelelawar hitam; kromatografi cair vakum; kromatografi lapis tipis

Abstract

[Fractionation and Thin Layer Chromatography Analysis of Black Bat Flower (*Tacca chantrieri* André) Extract] Black bat flower (*Tacca chantrieri* André) is an annual herbaceous plant in the tropics. *Tacca chantrieri* André contains secondary metabolites, one of them is taccalonolide which has been identified as a microtubule stabilizer that has efficacy against drug-resistant tumors and a good anticancer agents. Extracts from this plant can be used as antibacterial, anti-inflammatory and antifungal. This study aims to determine the profile of chemical compounds, especially the content of secondary metabolites in black bat flower tuber extract from Kalimantan. The extract was obtained by maceration process with methanol solvent, then fractionated using Vacuum Liquid Chromatography and tested qualitatively by Thin Layer Chromatography. The results of the fractionation showed that there were 7 large fractions in the black bat flower tuber extract which had colour variations that are yellow, green, brownish yellow and dark brown. Thin Layer Chromatography Analysis of each fraction showed the presence of semi-polar and non-polar secondary metabolites in 60%, 40%, and 20% n-hexane in ethyl acetate and 100% ethyl acetate.

Keywords: black bat flower; vacuum liquid chromatography; thin layer chromatography

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di Asia Tenggara yang terletak di kawasan tropis dengan luas wilayah sekitar 1,9 juta km² [1]. Meskipun wilayah Indonesia hanya mencakup 1,3% dari luas bumi, tingkat keanekaragaman hayati di Indonesia sangat tinggi sehingga dikategorikan sebagai negara megadiversitas oleh Conservation International [2]. Indonesia diperkirakan memiliki 25% dari spesies tumbuhan berbunga yang ada di dunia dan menempati urutan ketujuh sebagai negara dengan jumlah spesies mencapai 20.000 dimana 40% adalah tumbuhan endemik atau asli Indonesia [3].

SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I UNIVERSITAS NUSA CENDANA

Kupang, 31 Maret 2022

Dioscoreaceae merupakan salah satu famili tumbuhan berbunga yang memiliki berbagai spesies yang cukup banyak di Indonesia. Dioscoreaceae terdiri atas 4 genera yaitu *Dioscorea*, *Stenomeris*, *Tacca* (sebelumnya diklasifikasikan dalam Taccaceae), dan *Trichopus* (kadang-kadang diklasifikasikan dalam Trichopodaceae) [4].

Tacca chantrieri André (*Tacca*) adalah salah satu spesies dari famili Dioscoreaceae yang merupakan tanaman herba tahunan di daerah tropis dan subtropis seperti provinsi Hunan, Guangdong, Guangxi, dan Yunnan di Republik Rakyat Tiongkok, Vietnam, Laos, Kamboja, Thailand, Singapura [5] serta beberapa wilayah Amerika Selatan, Afrika, Cina Selatan, Thailand, dan Indo-Malesia seperti Sumatera, Kalimantan dan Malaysia [6]. Tanaman ini memiliki rimpang berbentuk silindris yang umumnya dimanfaatkan sebagai obat tradisional di Cina Tenggara dan Thailand [6], yang berkhasiat untuk mengurangi demam dan peradangan, menghilangkan rasa sakit, mengobati luka, tukak lambung dan duodenum, serta hepatitis [5]. Dalam hasil penelitian Keardit dkk. (2010), *Tacca chantrieri* juga diketahui memiliki aktivitas analgesik, antiperik, dan antiinflamasi. Sifat antiinflamasi pada tanaman ini, dapat diaplikasikan untuk mengobati luka bakar, tukak lambung, dan sakit perut [6].

Penelitian terkait senyawa kimia pada *Tacca chantrieri* André telah menunjukkan keragaman senyawa kimia yang cukup besar, seperti diarylheptanoid [7], taccalonolida [8], withanolida [9], dan jenis lain dari konstituen steroid serta glikosida [10]. Dari berbagai senyawa tersebut, taccalonolida telah diidentifikasi sebagai kelas baru agen penstabil mikrotubulus [11,12].

Tacca chantrieri juga diketahui memiliki kandungan metabolit sekunder berupa saponin pada bagian rhizoma atau rimpang [13]. Saponin telah dilaporkan memiliki sifat antijamur. Besarnya aktivitas hemolitik saponin sering dikaitkan dengan aktivitas antijamur dan antiinflamasi dari saponin [14]. Berdasarkan hasil penelitian Sudtiyanwimon dkk. (2010) terkait uji aktivitas antiinflamasi, dan aktivitas antimikroba, menunjukkan bahwa ekstrak murni saponin (titerpen glikosida) memiliki efek penghambatan pada aktivitas cyclooxygenase-2 (COX-2) dan memiliki efek untuk menghambat bakteri gram negatif dan gram positif tertentu. Selain itu, sebagian ekstrak murni menunjukkan efek penghambatan yang kuat dan signifikan terhadap jamur patogen.

Berdasarkan uraian diatas, dapat diketahui bahwa *Tacca chantrieri* André memiliki peran yang penting dalam berbagai bidang dan negara Indonesia merupakan salah satu negara yang juga menjadi habitat asli tanaman *Tacca chantrieri* André. Namun penelitian mengenai senyawa kimia dan bioaktivitas dari *Tacca chantrieri* André asal Indonesia belum pernah dilakukan, oleh karena itu peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dengan tujuan untuk mengetahui profil senyawa kimia dalam ekstrak umbi bunga kelelawar hitam hasil fraksinasi metode kromatografi cair vakum dan kandungan senyawa kimia berdasarkan analisis kromatografi lapis tipis.

METODE

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan adalah sampel umbi bunga kelelawar hitam, aquades, serbuk silika gel G60, metanol, etanol, diklorometan, etil asetat, n-heksan, H₂SO₄, tisu dan kapas.

Alat

Alat-alat yang digunakan adalah blender, neraca analitik, erlenmeyer, gelas kimia, gelas ukur, labu takar, pipet tetes, *aluminium foil*, evaporator, labu alas bulat, tabung reaksi, corong, mortar dan pestle, instrumen VLC, plat KLT, pipa kapiler, mistar, pensil, dan botol vial.

Preparasi Sampel

Sampel umbi Bunga kelelawar hitam (*Tacca chantrieri* André) diambil dari Kabupaten Sanggau, Kalimantan Barat. Umbi bunga kelelawar hitam dibersihkan, dipotong tipis-tipis dan dikeringkan pada suhu kamar tanpa terkena cahaya matahari secara langsung. Serbuk umbi bunga kelelawar hitam disiapkan untuk proses ekstraksi.

Ekstraksi umbi bunga kelelawar hitam

Metode yang digunakan adalah metode maserasi ekstraksi. Sebanyak 276, 456 gram sampel hasil preparasi dimasukkan dalam erlenmeyer dan dimaserasi menggunakan pelarut metanol sebanyak 1,45 L selama 3 malam. Maserat yang diperoleh selanjutnya disaring menggunakan kertas saring Whatman nomor 42. Filtrat yang diperoleh kemudian dievaporasi pada suhu 40°C.

SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I UNIVERSITAS NUSA CENDANA

Kupang, 31 Maret 2022

Fraksinasi Umbi Bunga Kelelawar Hitam

Ekstrak kental yang telah diperoleh difraksinasi dengan metode KCV [15]. Fraksinasi dilakukan dengan memasukkan sampel yang telah diimpregnasi ke dalam kolom yang berisi silika gel. Selanjutnya dilakukan elusi dengan eluen n-heksan: etil asetat dengan masing-masing komposisi eluen 100% n-heksan, 80%, 60%, 40%, 20% n-heksan dalam etil asetat dan 100% etil asetat. Elusi dilanjutkan dengan eluen diklorometan: metanol dengan masing-masing komposisi eluen 100% diklorometan, 90%, 70%, 50% diklorometan dalam metanol dan 100% metanol. Setiap filtrat yang diperoleh dievaporasi.

Kromatografi Lapis Tipis

Analisis KLT dilakukan pada beberapa eluen yaitu eluen 100% etil asetat, n-heksan:etil asetat (8:2), n-heksan : metanol (9:1), diklorometan : metanol (9:1) dan 100% diklorometan. Sampel hasil fraksinasi ditotolkan pada plat KLT menggunakan pipa kapiler pada jarak 1,5 cm dari bagian bawah plat dan dibiarkan beberapa saat hingga mengering. Plat KLT dimasukkan ke dalam chamber dan dibiarkan hingga proses elusi mencapai batas atas. Plat KLT diangkat dan dikeringkan. Untuk mengetahui lokasi dari noda, disemprotkan penampak noda 20% H₂SO₄ dalam etanol pada plat KLT dan dilakukan pemanasan dan dihitung nilai R_f.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ekstraksi Umbi Bunga Kelelawar Hitam

Metode ekstraksi yang digunakan dalam penelitian adalah metode maserasi dengan prinsip ekstraksi menggunakan pelarut dengan beberapa kali pengadukan pada suhu kamar [16]. Metode maserasi digunakan karena memiliki kelebihan dimana perendaman sampel dapat mencegah kerusakan terhadap senyawa yang terdapat dalam sampel yang belum diketahui karakteristiknya. Dalam proses ekstraksi digunakan pelarut metanol dimana metanol merupakan pelarut yang bersifat universal sehingga dapat menarik sebagian besar senyawa yang bersifat polar dan non polar pada sampel [17]. Sampel umbi bunga kelelawar hitam yang telah dihaluskan diambil sebanyak 276,456 gram dimaserasi dengan pelarut metanol sebanyak 1,45 liter. Dilakukan penyaringan untuk memisahkan filtrat dan kemudian dievaporasi sehingga diperoleh ekstrak kental berwarna coklat tua dengan berat 56,8213 gram.

Fraksinasi Umbi Bunga Kelelawar Hitam

Sampel hasil evaporasi difraksinasi dengan metode Kromatografi cair vakum (KCV) yang bertujuan untuk memisahkan ekstrak menjadi fraksi-fraksi yang lebih sederhana dengan memanfaatkan kolom sebagai fase diamnya dan aliran fase geraknya dibantu oleh vakum [18]. Prinsip KCV didasari pada pemisahan sesuai dengan perbedaan tingkat kepolaran. Fase diam yang digunakan yaitu silika gel. Elusi dimulai dengan pelarut yang paling non-polar hingga yang paling polar sehingga hasil pemisahan yang diperoleh lebih sempurna, dikarenakan sampel yang mengandung senyawa non polar akan cepat terelusi karena tidak bereaksi dengan fase diam pada kolom. Sedangkan senyawa polar akan berinteraksi lebih lama akibat sifat polar tersebut.

Hasil fraksinasi menunjukkan bahwa fraksi 100% n-heksan dan 80% n-heksan dalam etil asetat tidak memiliki warna dalam fraksi yang dihasilkan, hal ini dapat menunjukkan secara tidak langsung bahwa dalam sampel, kemungkinan adanya senyawa yang bersifat non polar sangat sedikit. Fraksi 60% n-heksan dalam etil asetat ditunjukkan oleh warna kuning setelah dievaporasi, adanya warna dalam fraksi ini, menunjukkan adanya kandungan senyawa kimia tertentu dalam sampel. Fraksi 40% n-heksan dalam etil asetat menghasilkan warna kuning-kehijauan dan hasil evaporasi fraksi menunjukkan warna hijau pekat dengan adanya jarum Kristal pada permukaan sampel. Pada fraksi 20% n-heksan dalam etil asetat dan 100% etil asetat menghasilkan karakteristik warna yang serupa yaitu kuning-kecokelatan. Pada eluen diklorometan: metanol, fraksi 100% diklorometan menghasilkan warna coklat gelap, sedangkan pada fraksi 90% diklorometan dalam metanol dan 70% diklorometan dalam metanol menunjukkan warna kuning gelap.

SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA
Kupang, 31 Maret 2022

Tabel 1. Data berat Umbi *Tacca chantrieri* André hasil fraksinasi metode Kromatografi Cair Vakum (KCV).

Fraksi	Berat total (gram)
60% n-heksan dalam etil asetat	0,3633
40% n-heksan dalam etil asetat	0,4750
20% n-heksan dalam etil asetat	0,5099
100% etil asetat	0,4395
100% diklorometan	0,1593
90% diklorometan dalam metanol	0,1806
70% diklorometan dalam metanol	0,2563

Analisis Kromatografi Lapis Tipis

Fraksi hasil evaporasi dilanjutkan untuk analisis senyawa kimia pada tahap awal menggunakan Kromatografi Lapis Tipis. Hasil analisis menggunakan KLT menunjukkan adanya spot pada plat KLT dengan berbagai variasi eluen.

Tabel 2. Nilai Rf dari 7 Fraksi Besar Ekstrak Metanol Umbi Bunga Kelelawar.

Sampel	Keterangan	Eluen	Nilai Rf
A	Fraksi 60% n-heksan dalam etil asetat	n-heksan : Etil Asetat (8:2)	0.9384
		100% Etil Asetat	0.9384
		100% Diklorometan	0.9230
		DCM : metanol (9:1)	0.9230
B	Fraksi 40% n-heksan dalam etil asetat	n-heksan : Etil Asetat (8:2)	spot 1: 0.6307 spot 2: 0.9384
		100% Etil Asetat	spot 1: 0.8846; spot 2: 0.9461
		100% Diklorometan	spot 1: 0.3692; spot 2: 0.9076; spot 3: 0.9538
		DCM : metanol (9:1)	spot 1: 0.8615; spot 2: 0.9230
C	Fraksi 20% n-heksan dalam etil asetat	n-heksan : Etil Asetat (8:2)	spot 1: 0.5615; spot 2: 0.6307; spot 3: 0.9384
		100% Etil Asetat	spot 1: 0.7384; spot 2: 0.8846
		100% Diklorometan	spot 1: 0.3846; spot 2: 0.9076; spot 3: 0.9538
		DCM : metanol (9:1)	spot 1: 0.7538; spot 2: 0.8615; spot 3: 0.9230
D	Fraksi 100% Etil asetat	n-heksan : Etil Asetat (8:2)	spot 1: 0.6307; spot 2: 0.9384
		100% Etil Asetat	spot 1: 0.7384; spot 2: 0.8692
		100% Diklorometan	spot 1: 0.4076; spot 2: 0.9076; spot 3: 0.9538
		DCM : metanol (9:1)	spot 1: 0.7692; spot 2: 0.8615; spot 3: 0.9230
E	Fraksi 100% DCM	n-heksan : Etil Asetat (8:2)	-
		100% Etil Asetat	-
		100% Diklorometan	-
		DCM : metanol (9:1)	spot 1: 0.8230; spot 2: 0.9230
F	Fraksi 90% DCM dalam metanol	n-heksan : Etil Asetat (8:2)	-
		100% Etil Asetat	-
		100% Diklorometan	-
		DCM : metanol (9:1)	-
G	Fraksi 70%	n-heksan : Etil Asetat (8:2)	-

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA
Kupang, 31 Maret 2022**

DCM dalam metanol	100% Etil Asetat 100% Diklorometan DCM : metanol (9:1)	- - spot 1: 0.6769; spot 2: 0.7384; spot 3: 0.8; spot 4: 0.8846; spot 5: 0.9230
-------------------	--	---

Penentuan kepolaran suatu senyawa berdasarkan hasil analisis KLT dapat dilihat dari jarak elusi senyawa oleh eluen yang digunakan. Semakin jauh suatu sampel terelusi maka semakin nonpolar sifat dari fraksi tersebut, hal ini juga ditunjukkan dengan besarnya nilai Rf. Tingkat kepolaran ini tentunya didasari pada prinsip dasar pemisahan menggunakan KLT dimana hanya senyawa dengan sifat polar dapat tertahan pada fasa diam (plat KLT), sedangkan senyawa non polar dan semipolar akan terelusi jauh oleh fasa gerak (eluen) meninggalkan fasa diam [19].

Berdasarkan data pada Tabel 2 dapat dilihat pada sampel A yaitu fraksi 60% n-heksan dalam etil asetat memiliki noda dengan nilai Rf yang hampir sama pada keempat eluen yang digunakan. Hal ini menunjukkan bahwa sampel A memiliki kandungan senyawa kimia yang bersifat semipolar dan/atau non polar yang ditunjukkan dengan nilai Rf yang besar pada noda yang dihasilkan. Pada sampel B, C dan D menunjukkan pola pemisahan yang hampir sama, ditunjukkan dengan munculnya noda pada nilai Rf yang saling mendekati pada setiap eluen yang digunakan. Berdasarkan hasil analisis KLT tersebut dapat dilihat bahwa sampel A, B, C dan D memiliki kandungan senyawa kimia dengan karakteristik yang hampir sama dan bersifat semipolar. Sedangkan pada sampel E, F dan G analisis menggunakan variasi eluen n-heksan : etil asetat tidak menunjukkan adanya noda pada plat KLT, hal ini bisa disebabkan oleh pengaruh eluen dan sifat fraksi dimana sampel E, F, dan G cenderung bersifat polar sehingga kemungkinan senyawa yang dibawa bersifat semipolar hingga polar sedangkan eluen yang digunakan bersifat sangat semipolar sehingga pemisahan yang dilakukan kurang efisien. Pada penggunaan eluen diklorometan : methanol (9:1), terdapat noda yang terdeteksi pada sampel E dan G dengan nilai Rf yang hampir sama, hal ini menunjukkan kemungkinan adanya senyawa dengan karakteristik yang hampir sama.

KESIMPULAN DAN SARAN

Fraksinasi ekstrak umbi bunga kelelawar hitam (*Tacca chantrieri* André) menghasilkan 7 fraksi besar dengan variasi warna yaitu kuning, hijau, kuning kecokelatan dan coklat tua. Hasil analisis kromatografi lapis tipis menunjukkan adanya kandungan senyawa metabolit sekunder yang bersifat semipolar dan non polar pada fraksi 60%, 40%, dan 20% n-heksan dalam etil asetat dan 100% etil asetat. Peneliti yang dilakukan merupakan analisis tahap awal, sehingga disarankan bagi peneliti yang ingin melanjutkan riset dengan topik yang sama, dapat melakukan uji fitokimia terkait kandungan metabolit sekunder dalam sampel sehingga dapat dilanjutkan pada analisis senyawa kimia dalam ekstrak umbi bunga kelelawar hitam.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih kepada Laboratorium Riset Terpadu (Biosains) Universitas Nusa Cendana sebagai tempat penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Pusat Statistik Indonesia. 2020. *STATISTIK INDONESIA 2020 Statistical Yearbook of Indonesia 2020*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- [2] World Conservation Monitoring Centre. 2020. Megadiverse Countries. URL: <https://www.biodiversitya-z.org/content/megadiverse-countries> . Diakses tanggal 15 September 2020.
- [3] Kusmana, Cecep dan Agus Hikmat. 2015. Keanekaragaman Hayati Flora di Indonesia. *Jurnal Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan*. 5(2): 187-198. <http://journal.ipb.ac.id/index.php/jpsl/> .
- [4] Simpson, Michael G. 2010. *Plant Systematics (Second Edition)*. USA: Academic Press is an imprint of Elsevier. 181-274.

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA**

Kupang, 31 Maret 2022

- [5] He, Juan, dkk. 2021. Taccachatrones A–G, Highly Oxidized Steroids from the Rhizomes of *Tacca chantrieri* and Their Cytotoxicity Assessment. *Journal of Natural Products*. <https://pubs.acs.org/action/showCitFormats?doi=10.1021/acs.jnatprod.1c00342&ref=pdf>.
- [6] Sari, Maya dan Mayta Novaliza Isda. 2021. Respon Pembentukan Kalus Daun *Tacca chantrieri* dengan Berbagai Konsentrasi 2,4D dan BAP Secara *In Vitro*. *Jurnal Biologi Universitas Andalas*. 9(1): 8-17. <http://jbioua.fmipa.unand.ac.id>.
- [7] Yokosuka, A., dkk. 2002. *J. Nat. Prod.*, 65: 283–289.
- [8] Ni, Gang dkk. 2015. Cytotoxic Taccalonolides and Withanolides from *Tacca chantrieri*. *Planta Med.* 81: 247-256.
- [9] Yokosuka, A.; Mimaki, Y.; Sashida, Y. 2003. *J. Nat. Prod.*, 66: 876–878.
- [10] Yokosuka, A.; Mimaki, Y.; Sashida, Y. 2002. *J. Nat. Prod.*, 65: 1293–1298.
- [11] Tinley, T. L.; Randall-Hlubek, D. A.; Leal, R. M.; Jackson, E. M.; Cessac, J. W.; Quada, J. C., Jr.; Hemscheidt, T. K.; Mooberry, S. L. 2003. *Cancer Res.* 63: 3211–3220.
- [12] Peng, J.; Risinger, A. L.; Fest, G. A.; Jackson, E. M.; Helms, G.; Polin, L. A.; Mooberry, S. L. 2011. *J. Med. Chem.* 54: 6117–6124.
- [13] Sudityanwimon, S., dkk. 2010. Phytochemical and Biological Activities of *Tacca Chantrieri*. *Journal of Metals, Materials, and Mineral*. 20(3): 179-183.
- [14] Sindambiwe, J. B., Calomme, M., Geerts, S., Pietres L., Vlietinck, A., J & Vanden Berghe, D. A. 1998. Evaluation of biological activities of triterpenoid saponins from *Maesa lanceolata*. *J. Nat. Prod.* 61(5): 585-590.
- [15] Ola, A. R. B., dkk. 2020. Analysis of production kojic acid from endophytic fungi *Aspergillus flavus* isolated from *Annona squamosa* leaves using an OSMAC Approach. *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.* 823 012003. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/823/1/012003>.
- [16] Prawirodiharjo, E. 2014. Uji Aktivitas Antioksidan dan Uji Toksisitas Ekstrak Etanol 70% dan Ekstrak Air Kulit Batang Kayu Jawa (*Lannea coromandelica*). *Skripsi*. Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Syarif Hidayatulloh, Jakarta.
- [17] Salamah, N. dan Widyasari, E. 2015. Aktivitas Antioksidan Ekstrak Metanol Daun Kelengkeng (*Euphoria longan* (L) Steud.) dengan Metode Penangkapan Radikal 2,2' –difenil-1-pikrilhidrazil. *Pharmaciana*. 5(1): 25-34.
- [18] Ghisalberty, E.L. 2008. *Detection and Isolation of Bioactive Natural Products in Bioactive Natural Products: Detection, Isolation, and Structural Determination*. Taylor and Francis Group Inc.
- [19] Khair, Khurriyatul, Yayuk Andayani dan Aliefman Hakim. 2017. Identifikasi Senyawa Metabolit Sekunder Pada Hasil Fraksinasi Ekstrak *Phaseolus vulgaris* L. dengan Metode *Gas Chromatography-Mass Spectroscopy* (GC-MS). *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*. Vol 3 (1). <http://jppipa.unram.ac.id/index.php/jppipa>.

UJI KUALITAS AIR PADA MATA AIR NAIFALO DI DESA NUNSAEN KECAMATAN FATULEU TENGAH KABUPATEN KUPANG

Seprianus Missa, Alan Ch.Sabuna dan Sonya Titin Nge

*Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Kristen Artha Wacana
Kupang, Jl. Adisucipto Oesapa, Kota Kupang, NTT
Email: sonyatitin@gmail.com*

Abstrak

Air merupakan sumber daya utama karena sifatnya yang terbarukan dan dinamis, artinya sumber utama air adalah air hujan yang akan datang pada musimnya sesuai dengan waktunya. Oleh karena itu, air harus bebas dari pencemaran dan memenuhi tingkat kualitas tertentu sesuai dengan kebutuhan kadar di dalam tubuh manusia. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas mata air Naifalo di Desa Nunsauen Kecamatan Fatuleu Tengah Kabupaten Kupang berdasarkan parameter suhu, pH, mikrobiologi. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif kuantitatif dengan objek penelitian adalah satu sumber mata air dan tiga titik sampel yang diambil pada mata air Naifalo Desa Nunsauen. Tahap pengambilan sampel pada mata air dilakukan di tiga titik, masing-masing titik sampel air diambil sebanyak 500 ml menggunakan botol steril di mata air Naifalo. Hasil penelitian menunjukkan pada ketiga titik sampel air. Sampel 1 (mata air) sampel 2 (aliran) sampel 3 (mengairi). Suhu pada mata air (sampel 1) 26°C, (sampel 2) 26°C, (sampel 3) 26°C. pH pada mata air (sampel 1) 7,48, (sampel 2) 7,48, (sampel 3) 7,48. Jumlah bakteri Coliform pada sampel 1 (9), sampel 2 (17), sampel 3 (33). Jumlah bakteri Escherichia coli pada sampel 1 (9), sampel (17), sampel 3 (33). Maka ketiga sampel air berada pada ambang batas maksimum baku mutu sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 416/MENKES/IX/1990 tentang syarat-syarat dan pengawasan kualitas air.

Kata kunci: *Kualitas mata air, parameter fisika, kimia dan mikrobiologi*

Abstract

[WATER QUALITY TEST OF NAIFALO WATER IN NUNSAEN VILLAGE CENTRAL FATULEU DISTRICT KUPANG DISTRICT] Water is the main resource because it is renewable and dynamic, meaning that the main source of water is rainwater which will come in season according to the time. Therefore, water must be free from pollution and meet a certain level of quality in accordance with the needs of levels in the human body. This study aims to determine the quality of Naifalo springs in Nunsauen Village, Fatuleu Tengah District, Kupang Regency based on temperature, pH, microbiological parameters. The method used in this research is descriptive quantitative with the object of research is one spring and three sample points taken at the Naifalo spring in Nunsauen Village. The sampling stage at the springs was carried out at three points, each point a 500 ml water sample was taken using a sterile bottle at the Naifalo spring. The results showed at the three points of the water sample. Sample 1 (spring) sample 2 (flow) sample 3 (irrigate). The temperature in the springs (sample 1) is 26°C, (sample 2) is 26°C, (sample 3) is 26°C. The pH of the spring water (sample 1) was 7.48, (sample 2) was 7.48, (sample 3) was 7.48. The number of Coliform bacteria in sample 1 (9), sample 2 (17), sample 3 (33). The number of Escherichia coli bacteria in sample 1 (9), sample (17), sample 3 (33). So the three water samples were at the maximum threshold of quality standards in accordance with the Regulation of the Minister of Health of the Republic of Indonesia Number 416/MENKES/IX/1990 concerning the requirements and supervision of water quality.

Keywords: *Quality of springs, temperature parameters, pH and microbiology.*

PENDAHULUAN

Air merupakan sumber daya utama karena sifatnya yang terbarukan dan dinamis, artinya sumber utama air adalah air hujan yang akan datang pada musimnya sesuai dengan waktunya. Mata air adalah air yang keluar dari permukaan tanah dengan sendirinya dan terlindung dari bekas pakai, bekas mandi, mencuci dan lainnya [1].

Namun demikian, manusia memerlukan 2,5 mLair untuk minum dan makan. Air yang relatif bersih sangat didambakan oleh manusia, baik untuk keperluan sehari-hari, untuk industri, untuk kebersihan sanitasi kota, maupun untuk keperluan dan lain sebagainya [2]. Air bersih juga harus

SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I UNIVERSITAS NUSA CENDANA

Kupang, 31 Maret 2022

memenuhi standar syarat kesehatan berupa faktor fisik, kimia, biologi serta bebas dari pencemaran. Oleh karena itu air bersih harus diperhatikan kualitas dan kuantitasnya. Kualitas air dinyatakan sesuai dengan tingkat penggunaan air yaitu tidak berwarna, tidak berbau dan tidak berasa. Menurut [3] persyaratan fisik air antara lain: tidak berwarna, temperatur normal, rasanya tawar, tidak berbau, jernih atau tidak keruh serta tidak mengandung zat padatan.

Menurut peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 173/Men.Kes/Per/VII/1977, jika standar mutu air sudah diatas standar atau sesuai dengan standar yang ditetapkan, seperti air tersebut bebas dari kuman dan bahan-bahan kimia didalamnya, maka air tersebut sudah diatas standar baku mutu air bersih. Kebanyakan air yang bersumber dari mata air kualitasnya baik sehingga umumnya digunakan sebagai sumber air minum oleh masyarakat sekitarnya. Sebagai sumber air minum masyarakat, maka harus memenuhi beberapa aspek yang meliputi kuantitas, kualitas dan kontinuitas [4].

Kabupaten Kupang adalah salah satu Kabupaten di Provinsi Nusa Tenggara Timur yang mana Ibu kota Kabupaten ini terletak di Oelamasi. Kabupaten Kupang terdiri dari 24 Kecamatan yaitu salah satunya adalah Kecamatan Fatuleu Tengah yang ada di Kabupaten Kupang.

Kabupaten Kupang merupakan Kabupaten yang memiliki topografi beriklim tropis dan kering dan juga cenderung dipengaruhi oleh angin dan dikategorikan sebagai daerah semi arid karena curah hujan yang relatif rendah keadaan vegetasi yang didominasi savana. Kabupaten Kupang juga terdiri dari daerah pegunungan, perbukitan dan dataran dengan ketinggian dari atas permukaan laut.

Kecamatan Fatuleu Tengah lebih tepatnya di Desa Nunsanen, terdapat sumber air berupa mata air yang dikenal dengan nama mata air Naifalo. Mata air ini digunakan masyarakat setempat untuk melanjutkan kelangsungan hidup, dari mulai pemenuhan kebutuhan sehari-hari seperti memasak, minum, mandi, mencuci, sampai untuk mengairi ke tanaman pertanian dan peternakan. Oleh karena itu, pengolahan sumber daya air sebaiknya dilakukan secara terpadu baik dalam pemanfaatan maupun pengelolaan kualitas dan kuantitas air yang sangat perlu dilakukan untuk menjamin ketersediaan air bersih dan menjamin kualitas air yang akan dikonsumsi oleh masyarakat.

Berdasarkan observasi dan wawancara pada 5 kepala keluarga pemakai sumber air minum pada mata air Naifalo di dusun II Desa Nunsanen Kecamatan Fatuleu Tengah, mata air ini digunakan oleh masyarakat sekitar untuk keperluan air minum, mandi dan mencuci. Akan tetapi sumber mata air ini bersifat alami yaitu berada dalam tanah dan disalurkan dengan pipa untuk mengeluarkan air dari mata air tersebut. Adanya perlindungan terhadap mata air ini dengan cara tradisional yaitu bagian mata air di buat satu bak penampungan kecil lalu disalurkan dengan pipa untuk keperluan masyarakat. Namun masyarakat belum mengetahui apakah sumber mata air tersebut dapat dikonsumsi atau tidak, karena belum ada penelitian yang menguji sumber mata air di desa Nunsanen ini. Mengenai hasil wawancara masyarakat di sekitar mata air Naifalo sebagian besar menggunakan mata air ini sebagai sumber air minum tanpa dimasak terlebih dahulu. Begitu juga masyarakat di desa Nunsanen menyatakan bahwa air yang dikonsumsi secara langsung rasanya tawar.

Dari rumusan masalah di atas maka tujuan penelitian ini adalah untuk Mengkaji Kualitas Air Pada Mata Air Naifalo Di Desa Nunsanen Kecamatan Fatuleu Tengah Kabupaten Kupang berdasarkan parameter suhu, pH, mikrobiologi.

METODE

Pengambilan sampel dilakukan di mata air Naifalo Desa Nunsanen Kecamatan Fatuleu Tengah Kabupaten Kupang dan dianalisis di Laboratorium Pendidikan Biologi Universitas Kristen Artha Wacana Kupang pada bulan Desember 2020. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut: Botol Sampel, Termometer, pH meter, Inkubator, Tabung Durham, Cawan Petri, Autoclave, Tabung Reaksi, Jarum Ose, Rak tabung reaksi, Pipet Ukur, Spidol, Objek Gelas, Corong, Erlenmeyer, Kapas, Korek Api, Lampu Bunsen, Jam. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut: Sampel air dari sumber air, Medium LB (*Laktosa Broth*), medium BGLB (*Briliant Green Lactose Bile Broth*), EMBA (*Eosin Methylen Blue Ager*), Aquades, Alkohol 96%. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif kuantitatif.

Pengambilan sampel pada mata air dilakukan di tiga titik, masing-masing titik sampel air diambil sebanyak 500 ml menggunakan botol steril di mata air Naifalo. Dengan cara, air dimasukan

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA
Kupang, 31 Maret 2022**

kedalam botol yang telah disterilkan kemudian dimasukkan kedalam Cold Box agar sampel tidak kontaminasi dan sampel di bawa ke laboratorium untuk pengujian selanjutnya, yaitu pengukuran suhu, pH, Mikrobiologi, dan bakteri coliform.

Pengujian ifat mikrobiologi [5]

a. Pembuatan media *Lactose Broth* (LB)

Media LB ditimbang sebanyak 13 gram, dimasukkan kedalam erlenmeyer 1000 ml, kemudian dilarutkan dalam 1 liter akuades steril, dipanaskan sampai mendidih, kemudian media LB yang dibuat dimasukkan ke dalam tabung reaksi sebanyak 10 ml yang berisi tabung durham dalam posisi terbalik, mulut tabung ditutup dengan kapas dan media disterilkan dalam autoclave selama 15 menit dengan suhu 121°C.

b. Pembuatan media *Brilliant Green Lactose Broth* (BGLBB)

Media BGLBB ditimbang sebanyak 6,5 gram dimasukkan kedalam erlenmeyer 500 ml, kemudian dilarutkan dalam 500 ml akuades, dipanaskan sampai mendidih dan diaduk sampai homogen. Media dimasukkan dalam tabung reaksi yang berisi tabung durham dengan posisi terbalik sebanyak 10 ml, kemudian mulut tabung ditutup dengan kapas. Media disterilkan dalam autoclave dengan suhu 121°C selama 15 menit.

c. Pembuatan media *Eosin Methylen Blue Aget* (EMBA)

Media EMBA ditimbang sebanyak 18,5 gram dimasukkan kedalam erlenmeyer 500 ml, kemudian dilarutkan kedalam 500 ml akuades, dipanaskan sampai mendidih dan diaduk sampai homogen. Kemudian disterilkan dalam autoclave dengan suhu 121°C selama 15 menit. Media dimasukkan dalam cawan patri steril sebanyak 20 ml, ditunggu sampai beku.

Pengujian Sampel Air

Untuk mengetahui bakteri *coliform* fekal (*E. coli*) dari mata air Naifalo dilakukan dengan tahapan pemeriksaan tabel MPN sebagai berikut:

Uji Pendugaan (*Presumptive Test*)

Pengujian pendugaan menggunakan mediun LB dalam tabung reaksi sebanyak 45 buah, setiap tabung diisi 10 ml LB dan pada setiap tabung telah dimasukkan tabung durham dengan posisi terbalik. Tabung reaksi yang berjumlah 15 buah dibagi kedalam tiga kelompok. 5 seri pertama diisi 10 ml sampel air 5 tabung kelompok kedua diisi 1,0 ml sampel air dan 5 tabung kelompok ketiga dimasukkan 0,1 ml sampel air. Setelah itudiinkubasi pada suhu 37°C selama 48 jam dan diamati setelah 24 jam pertama dan 24 jam kedua. Apabila terbentuk gas pada tabung setelah 24 jam, uji pendugaan dinyatakan positif. Apabila tidak terbentuk gas maka inkubasi dilanjutkan sampai 24 jam kedua juga tidak terbentuk gas maka uji pendugaan dinyatakan negatif.

Uji Konfirmasi (*Konvirmative Test*)

Pada pengujian ini menggunakan medium BGLBB. Dari tabung LB yang positif diambil 1 ose kemudian diinokulasi pada tabung reaksi yang berisi 10 ml BGLBB yang telah dilengkapi tabung durham sesuai dengan serinya masing-masing. Setelah itu diinokulasi selama pada suhu 37°C selama 48 jam. Hasil positif pada uji ini ditandai terbentuknya gas pada tabung durham. Hasil positif pada tahapan uji ini dirujuk ke tabel MPN seri 5 tabung.

Uji Lengkap (*Complete Test*)

Pada pengujian lengkap menggunakan medium EMBA. Setiap tabung yang positif pada pengujian lengkap diambil 1 ose dan ditanamkan pada medium EMBA secara aseptik. Kemudian diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C. Lalu diamati koloni yang tumbuh.

Data yang di peroleh di analisis secara deskriptif kuantitatif dengan membandingkan data hasil pengukuran dari masing-masing parameter dengan tabel MPN dalam bentuk tabel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian mengenai gambaran uji kualitas air yang dilakukan di sumber mata air Naifalo, pada ketiga titik sampel yang telah dilakukan uji parameter suhu, pH dan mikrobiologi.

Pengukuran Suhu

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada ketiga titik sampel air di sumber mata air Naifalo suhunya sama tidak ada perbedaan antara sampel 1,2 dan 3 dapat dilihat pada Tabel 1.

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA**

Kupang, 31 Maret 2022

Tabel 1 Hasil uji pengukuran suhu

Nama Sampel	Suhu	Kesesuaian Baku Mutu
Sampel 1 Mata Air	26°C	Sesuai
Sampel 2 Aliran	26°C	Sesuai
Sampel 3 Mengairi	26°C	Sesuai

Berdasarkan hasil uji pengukuran suhu pada Tabel diatas menunjukkan bahwa pada ketiga titik sampel air memiliki suhu air 26°C. Hal ini menunjukkan bahwa suhu air pada ketiga sampel tersebut berada pada interval standar baku mutu air atau tidak memiliki pengaruh terhadap kualitas air sehingga layak untuk dikonsumsi oleh masyarakat. Pendapat tersebut didukung oleh Renngiwur dkk (2016) dalam penelitiannya mengatakan bahwa air pada kisaran suhu 26°C sampai 28°C masih berada pada standar baku mutu yang ditetapkan. Sehingga hasil yang diperoleh memenuhi standar Permenkes No 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang persyaratan kualitas air minum sehingga layak untuk dikonsumsi oleh masyarakat. Dalam hal ini dapat dikatakan bahwa suhu merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam mengatur proses kehidupan dan penyebaran organisme. Suhu dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti intensitas cahaya matahari, pertukaran panas antara air dengan udara sekelilingnya dan ketinggian geografis. Peningkatan suhu yang terjadi di dalam air juga dapat menyebabkan kelarutan oksigen menurun dan mempengaruhi secara langsung toksisitas terhadap mikroorganisme di dalam air sehingga dapat mempengaruhi kesehatan manusia jika air tersebut dikonsumsi karena mengandung racun. Dari hasil penelitian pengukuran suhu yang telah dilaksanakan di mata air Naifalo pada ketiga titik sampel air suhunya sama. Hasil ini membuktikan bahwa lokasi pengambilan sampel tidak memberikan perbedaan pada suhu karena berada pada satu tempat yang sama.

Peningkatan suhu diketahui bisa mempercepat reaksi kimia dalam jaringan tubuh, seperti proses metabolisme yang akan cenderung naik hingga puncak seiring dengan kenaikan suhu, suhu yang baik untuk pertumbuhan mikroorganisme dalam air di kawasan tropis berkisar antara 28-38°C [6]. Peningkatan suhu air dapat mengurangi oksigen yang terlarut dalam air karena meningkatnya konsumsi oksigen oleh organisme akuatik sekitar 2-3 kali lipat, peningkatan suhu mengakibatkan terjadinya peningkatan dekomposisi bahan organik oleh mikroba [7].

Pengukuran pH

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari ketiga titik sampel air untuk pengukuran pH pada sumber mata air Naifalo Desa Nunsanen, hasil dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil uji pengukuran pH

Nama Sampel	pH	Kesesuaian Baku Mutu
Sampel 1 Mata Air	7,48	Sesuai
Sampel 2 Aliran	7,48	Sesuai
Sampel 3 Mengairi	7,48	Sesuai

Berdasarkan Tabel 2 menunjukkan bahwa hasil pengukuran pH atau derajat keasaman digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau basa yang dimiliki oleh suatu zat, larutan atau benda dengan menggunakan pH meter. Sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 416/MENKES/PER/IX/1990 tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air, batas minimum dan maksimum pH yang diperbolehkan untuk air bersih adalah 6,5-9,0. Hal ini menunjukkan bahwa nilai pH yang didapat pada umumnya tidak melebihi baku mutu yang ditentukan. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa sampel air Naifalo masih dalam kategori aman dan layak digunakan sebagai air bersih. Berdasarkan hasil analisis pH di lapangan yang tertera pada Tabel 4.2 terlihat hasil pengukuran langsung di lapangan menunjukkan bahwa nilai pH yang didapatkan berkisar antara 7,48. Dalam penelitian ini untuk tingkat pengukuran pH didapatkan data pada sumber mata air Naifalo Desa Nunsanen pada sampel 1 pH 7,48, sampel 2 pH 7,48 dan sampel 3 pH 7,48. Dapat dilihat tingkat keasaman dan basa pada penelitian ini, mata air Naifalo mempunyai pH normal yaitu pada

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA**

Kupang, 31 Maret 2022

sampel 1, sampel 2 dan sampel 3. Dari hasil penelitian diatas 3 sampel memenuhi syarat SNI 01-3554-2006 untuk air bersih karena pHnya berada dalam kisaran normal.

Pada ketiga sampel dalam penelitian ini tidak memberikan pengaruh pada kondisi keasaman air. Aktivitas warga pada lokasi penelitian seperti mencuci dan mandi pada lokasi mata air secara langsung dapat memberikan pengaruh terhadap mata air tersebut namun didugamasyarakatselalu menjaga mata air dengan tidak membuang larutan sabun (deterjen, shampo dan bahan pembersih lainnya) ke dalam air sehingga mata air tidak tercemar oleh limbah organik dan tidak memberikan dampak terhadap kondisi keasaman air.

Air merupakan pelarut yang baik dan sebaiknya netral, tidak asam dan tidak pula basa untuk pencegahan terjadinya pelarutan logam berat dan korosi. Secara umum air tanah pHnya berkisar 6-8,5. Sedangkan air yang tercemar oleh limbah tambang, industri dan pengaruh lingkungan alamnya dapat menyebabkan air bertambah asam dengan pH lebih dari 5 [8]. Hal ini dapat terjadi karena adanya konsentrasi ion hidrogen yang tinggi antara lain berasal dari oksidasi mineral sulfida, gas vulkanik yang mengandung hidrogen sulfida, gas karbondioksida dan amoniak [9].

Parameter Mikrobiologi (Uji Coliform dan Escherichia coli)

Hasil penelitian pada ketiga titik sampel air setelah dilakukan pengujian coliform dan Escherichia coli dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil pengamatan tabung positif pada uji penduga menggunakan media Lactose Broth (LB)

Nama Sampel	LB (Lactose Broth) 5x10 ml	LB (Lactose Broth) 5x1 ml	LB (Lactose Broth) 5x0,1 ml	Kombinasi Tabung Positif
Sampel 1 Mata Air				4-3-1
Sampel 2 Aliran				4-4-0
Sampel 3 Mengairi				5-5-3

Keterangan

– = Tidak tumbuh

+ = Tumbuh membentuk gas dan media menjadi keruh

Berdasarkan Tabel 3 menunjukkan bahwa jumlah tabung yang positif pada uji penduga yang terdapat pada sampel 1 sebanyak 8 tabung, sampel 2 terdapat 8 tabung dan sampel 3 terdapat 13 tabung sehingga jumlah keseluruhan tabung positif pada sampel 1,2 dan 3 sebanyak 29 tabung positif. Sampel yang positif dilanjutkan pada pengujian konfirmasi.

Tabel 4 Hasil pengamatan tabung positif pada uji Konfirmasi menggunakan media Brilliant Green Lactose Bile Broth (BGLBB)

Nama Sampel	BGLBB 5x10 ml	BGLBB 5x1 ml	BGLBB 5x0,1 ml	Kombinasi Tabung Positif
Sampel 1 Mata Air				2-2-0
Sampel 2 Aliran				3-2-1
Sampel 3 Mengairi				4-3-1

Keterangan:

– = Tidak tumbuh

+ = Tumbuh membentuk gas dan media menjadi keruh

Berdasarkan Tabel 4 menunjukkan bahwa jumlah tabung yang positif pada uji konfirmasi yang terdapat pada sampel 1 sebanyak 4 tabung, sampel 2 terdapat 6 tabung dan sampel 3 terdapat 8 tabung

SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA
Kupang, 31 Maret 2022

sehingga jumlah tabung yang positif pada sampel 1,2 dan 3 sebanyak 18 tabung positif. Produksi gas pada tabung reaksi menunjukkan adanya pertumbuhan koloni bakteri *Coliform* pada medium yang digunakan, sehingga hasil positif pada uji konfirmasi dapat dimasukkan kedalam tabel MPN seri 5 untuk mendapatkan total *Coliform* yang terkandung dalam 100 ml sampel air seperti yang terlihat pada Tabel 5 di bawah ini.

Tabel 5 Hasil uji batas cemaran MPN *Coliform* dan *Escherichia coli* pada sumber mata air Naifalo dari Uji Konfirmasi.

Nama Sampel	Uji Konfirmasi (Confirmative Test)			
	Kombinasi tabung positif <i>Coliform</i> /100 ml BGLBB 37°C	Hasil MPN <i>coliform</i> /100 ml BGLBB 37°C	Kombinasi tabung positif <i>E.coli</i> /100 ml BGLBB 37°C	Hasil MPN <i>E.coli</i> /100 ml BGLBB 37°C
Sampel 1 Mata Air	2-2-0	9	2-2-0	9
Sampel 2 Aliran	3-2-1	17	3-2-1	17
Sampel 3 Mengairi	4-3-1	33	4-3-1	33

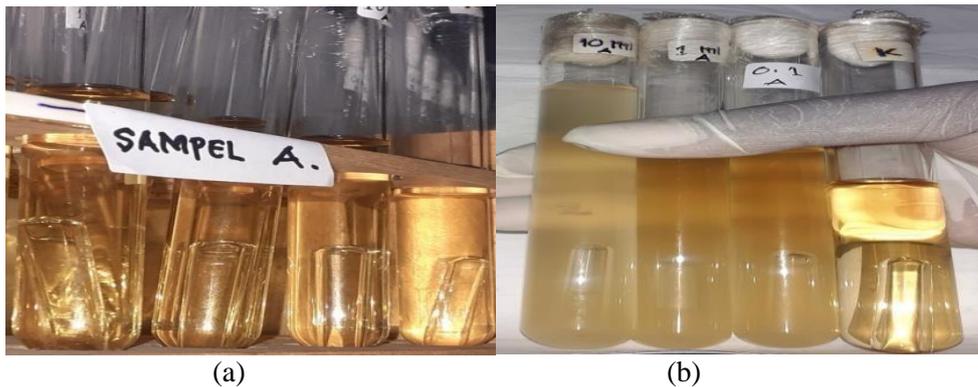
Berdasarkan Tabel 5 menunjukkan bahwa dari hasil pengujian bakteri *Coliform* pada mata air Naifalo, terdapat bakteri *Coliform* begitupun dengan bakteri *Escherichia coli*, pada mata air Naifalo terdapat 3 sampel yaitu sampel 1,2 dan 3 yang menunjukkan bahwa dari ketiga titik sampel yang terdapat tabung positif dari MPN *Coliform* dan *Escherichia coli*/100 ml maka pada sampel 1 terdapat 9 sel bakteri *Coliform*/100 ml dan 9 sel bakteri *Escherichia coli*/100 ml, pada sampel 2 terdapat 17 sel bakteri *Coliform*/100 ml dan 17 sel bakteri *Escherichia coli*/100 ml dan sampel 3 terdapat 33 sel bakteri *Coliform*/100 ml dan 33 sel bakteri *Escherichia coli*/100 ml. Dari hasil penelitian untuk *Coliform* yaitu sampel 1,2 dan 3. Untuk penelitian, sampel yang mengandung bakteri *Escherichia coli* yaitu sampel 1,2 dan 3.

Dari hasil penelitian uji kualitas air yang terdapat pada tabel MPN *Escherichia coli* maka sampel 1, 2 dan 3 memenuhi syarat SNI untuk air bersih. Hal ini menandakan bahwa bakteri *Coliform* dan *Escherichia coli* pada sampel 1, 2 dan 3 tersebut berada pada interval standar baku mutu air atau tidak memiliki pengaruh terhadap kualitas air sehingga layak di konsumsi oleh masyarakat. Pendapat tersebut didukung oleh Kemenkes RI No. 492/Menkes/Per/IV/2010 untuk parameter total *Coliform* kadar maksimum yang diperkenankan ialah 0/100 ml sampel. Semua sampel memiliki indeks MPN lebih dari 20/100 ml sesuai dengan Keputusan Direktur Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan Nomor: 03726/B/SK/VII/89 tentang batas maksimum cemaran mikroba dalam makanan dinyatakan bahwa batas maksimum MPN *Coliform* dalam minuman ringan dan sari buah adalah 20 koloni/100 ml sampel.

Menurut [10] jarak air bersih dengan sumber pencemaran air misalnya lahan pertanian, peternakan, perkebunan dan industri dapat mempengaruhi kualitas fisik dan kualitas mikrobiologi air. Kemampuan penyebaran bakteri didalam tanah dapat mencapai jarak sejauh 11 meter dan dapat mencapai kedalaman 2 meter kemudian membentuk kerucut sejauh 6 meter dari titik maksimum.

Menurut [11] yang menyatakan bahwa sumber pencemaran air terbagi menjadi 2 yaitu *point source* dan *non point source*, *point source* adalah pencemaran yang dapat diketahui secara pasti sumbernya, misalnya limbah industri. Sedangkan *non point source* adalah pencemaran yang tidak diketahui secara pasti sumbernya, yaitu pencemar yang masuk ke perairan bersama air hujan dan limpasan permukaan.

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA
Kupang, 31 Maret 2022**

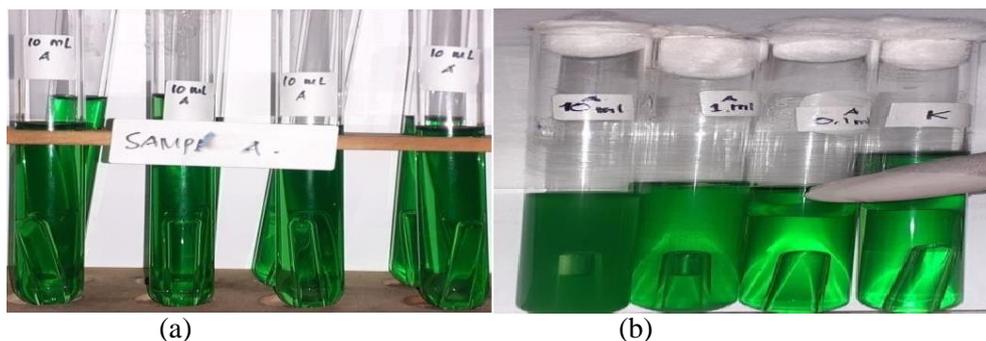


Gambar 1. Hasil uji penduga pada medium LB. (a) media LB sebelum diinkubasi
(b) media LB setelah di inkubasi.

Berdasarkan gambar 1 menunjukkan bahwa dari hasil pengujian penduga larutan yang digunakan dalam uji ini adalah media LB (*Lactose Broth*) merupakan suatu medium pertumbuhan yang digunakan dalam menganalisis bakteri *Coliform* dan *Escherichia coli*. Hasil yang diperoleh dari pengujian ini menunjukkan bahwa sampel yang positif membentuk gelembung gas yang diduga telah terjadi kontaminasi oleh *Coliform*. Fermentasi gula dengan adanya energi dihasilkan oleh bakteri akan menghasilkan asam piruvat dan asam asetat, kemudian gelembung gas CO_2 yang berada dalam media.

Tabung reaksi yang tertutup rapat, menyebabkan gas karbon akan mendorong ruang pada tabung durham. Jika dalam waktu lebih dari 24 jam maka akan semakin banyak ruang gas yang akan terbentuk pada tabung durham pada reaksi yang positif. Reaksi negatif tidak menunjukkan adanya keberadaan bakteri ditandainya dengan titik terbentuknya gelembung gas pada tabung durham. Terbentuk gelembung gas dan perubahan warna menunjukkan terjadinya fermentasi laktosa yang ada dalam media laktosa cair oleh bakteri yang ada pada sampel air sehingga menghasilkan asam dan gas.

Menurut [12] produksi gas pada tabung reaksi menunjukkan adanya pertumbuhan koloni bakteri *Coliform* pada medium yang digunakan sehingga dapat dimasukkan ke dalam tabel perkiraan untuk mendapatkan total bakteri *Coliform* yang terkandung dalam 100 ml sampel air. Hasil dari jumlah tabung yang positif dibandingkan dengan tabel MPN (*Most Probable Number*). Hasil perhitungan jumlah *Coliform* menggunakan tabel MPN (*Most Probable Number*) dapat menentukan kualitas suatu produk.



Gambar 2 Pembentukan asam perubahan warna dan gelembung gas pada media BGLBB dari uji penegasan. (a) Media BGLBB sebelum diinkubasi, (b) Media BGLBB setelah diinkubasi.

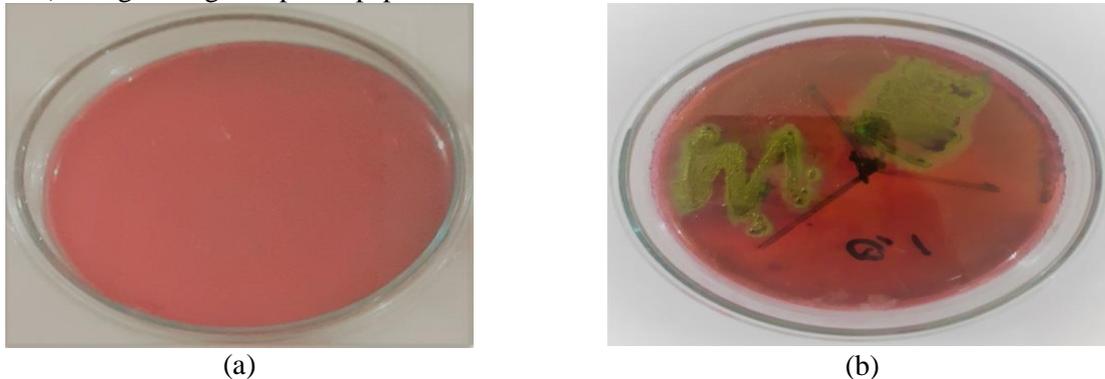
Hasil pengujian konfirmasi (*Confirmative Test*) pada gambar 4.2 menunjukkan bahwa dari hasil pengujian konfirmasi, kombinasi tabung positif yang didapat pada uji penduga (*Presumptive Test*) dengan menginokulasi 1 mata ose dari masing-masing tabung positif kedalam media *Briliant Green Lactose Bile Broth* (BGLBB). Setelah inkubasi selama 24 jam terlihat perubahan warna pada media dan terbentuk gelembung gas dilihat pada (Gambar 2)

Terbentuknya gas pada tabung durham, serta perubahan warna menjadi keruh dikarenakan didalam media *Briliant Green Lactose Bile Broth* (BGLBB) diduga telah ditumbuhi oleh bakteri peragi laktosa yaitu *Coliform* yang diinkubasi pada suhu 37°C dan *Escherichia coli* yang diinkubasi

SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I UNIVERSITAS NUSA CENDANA

Kupang, 31 Maret 2022

pada suhu 45°C. Menurut Cappucino dari Sherman (1983), produk akhir dari organisme yang memfermentasikan laktosa adalah gas CO₂ dan H₂. Munculnya gas memungkinkan adanya perubahan warna menjadi keruh disertai naiknya gas ke permukaan. Media *Briliant Green Lactose Bile Broth* (BGLBB) mengandung komposisi pepton dan laktosa.



Gambar 3 (a) Media *Eosin Methylene Blue Agar* yang tidak ditumbuh bakteri setelah inkubasi (b) Koloni bakteri *Coliform* yang tumbuh pada media *Eosin Methylene Blue Agar* setelah inkubasi.

Berdasarkan hasil pengujian lengkap (*Complete Test*) pada Gambar 3 menunjukkan bahwa terdapat tiga sampel dengan ukuran 10 ml, 1 ml dan 0,1 ml. Dari tiga sampel tersebut juga dilakukan pengujian bakteri *Escherichia coli* yaitu dari tabung yang positif pada media *Briliant Green Lactose Bile Broth* (BGLBB) dengan menginokulasi 1 mata ose dan di tanamkan pada media *Eosin Methylene Blue Agar* (EMBA) pada cawan petri setelah itu diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C. Dari masa inkubasi ini, terbentuk koloni tipikal berwarna hijau metalik, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3b.

Dari hasil inkubasi ini dapat diketahui bahwa koloni yang tumbuh pada media *Eosin Methylene Blue Agar* (EMBA) merupakan koloni *Eosin Methylene Blue Agar* (EMBA) merupakan kelompok *Coliform*. Hal ini dikarenakan *Coliform* mampu memfermentasikan laktose yang terdapat pada media *Eosin Methylene Blue Agar* (EMBA). *Eosin Methylene Blue Agar* (EMBA) dapat digunakan untuk membedakan koloni bakteri yang memfermentasikan laktose dengan yang tidak memfermentasikan laktosa, karena medium ini mengandung laktose sebagai satu-satunya sumber karbohidrat. Warna koloni yang tumbuh pada medium tergantung pada jenis bakteri yang terdapat pada medium tersebut. Menurut [13] mengatakan bahwa *Eosin Methylene Blue Agar* (EMBA) merupakan medium selektif untuk mendeteksi dan mengisolasi *Escherichia coli* fekal dan *Coliform*. Koloni *Escherichia coli* yang diinkubasi pada media *Eosin Methylene Blue Agar* (EMBA) akan menampilkan koloni berwarna hijau dengan kilat logam, sebaliknya koloni yang menampilkan warna hijau dan berlendir pada permukaannya, yang diinkubasi pada media dari kelompok *Coliform*.

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan dapat disimpulkan bahwa, kualitas air pada mata air Naifalo di Desa Nunsalen Kecamatan Fatuleu Tengah Kabupaten Kupang dapat digunakan untuk keperluan rumah tangga melalui parameter fisika, kimia sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 416/MENKES/IX/1990 tentang syarat-syarat dan pengawasan kualitas air dan menurut Permenkes No 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang persyaratan kualitas air minum sedangkan parameter mikrobiologi tidak memenuhi syarat Permenkes No 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang persyaratan kualitas air minum. Disarankan agar air yang akan dikonsumsi sebaiknya dimasak terlebih dahulu.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Nusi, N. Saraswati, D. Dan Abudi, R., 2012. Analisis Kualitas Air Pada Sumber Mata Air Di Desa Karya Baru Kecamatan Dengilo Kabupaten Pohuwato. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. Universitas Negeri Gorontalo. Gorontalo.

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA
Kupang, 31 Maret 2022**

- [2] Werlina, L. 2004. *Pencemaran Air: Sumber, Dampak Dan Penanggulangannya*. Sekolah Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- [3] Kusnaedi. 2010. *Mengolah Air Kotor Untuk Air Minum*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- [4] Arthana, Wayan. 2004. Studi Kualitas Air Beberapa Mata Air Di Sekitar Bendugul. *Tesis*. Bali: Program Studi Magister Ilmu Lingkungan, Universitas Udayana. Bali
- [5] Mudatsir, 2010. Uji Mikrobiologis Air Sumur Gali Berdasarkan Sumber Pencemaran Di Desa Limphok Dan Beurabung Kecamatan Darussalam. *Jurnal Kedokteran Syiah Kuala* 10 (3) 9-18 Fakultas Kedokteran. Aceh Besar.
- [6] Manoj ,N.R andApukuttan K.K. 2003. *Effect Of Suhue On The Development, Growth, Survival and Settlement of Green Mussel Perna Viridis*, vol 34: Aquaculture Research.
- [7] Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: Kanisius.
- [8] Soemirat, 2009. *Kesehatan Lingkungan*. Gadjadara University Press. Yogyakarta.
- [9] Sudadi, P. 2003. Penentuan Kualitas Air Tanah Melalui Analisis Unsur Kimia Terpilih. *Buletin Geologi Tata Lingkungan (Bulletin of Environmental Geology)* 13(2). 81-89. (Online).[http://pag.bgl.esdm.go.id/sites/files//buletin/PenentuanKualitasAirTanahMelaluiAnalisisUnsurKimiaTerpilih\(PurwantoSudadi\)hal81-89.pdf](http://pag.bgl.esdm.go.id/sites/files//buletin/PenentuanKualitasAirTanahMelaluiAnalisisUnsurKimiaTerpilih(PurwantoSudadi)hal81-89.pdf)(diakses 2 April 2021)
- [10] Martoyo, A. 2003. *Penyediaan air bersih*. Universitas Negeri Palembang. Palembang.
- [11] Husin, Y. A., Eman K. 1991. *Metode dan Teknik Analisis Kualitas Air Kursus dasar dan Penyusunan Analisis Mengenai Dampak Lingkungan*. Pusat Penelitian Lingkungan Hidup IPB. Bogor.
- [12] Wandrivel, R., Suharti, N., Lestari, Y. 2012. Kualitas Air Minum Yang Di Produksi Depot Air Minum Isi Ulang Di Kecamatan Bungus Padang Berdasarkan Parameter Mikrobiologi. *Jurnal Kesehatan Andalas* 1 (3) 129-133.
- [13] Merck, E. M. 1992. *Handbook Of Mikrobiology Manual*. Fendral of Germany.

**PENENTUAN STATUS KUALITAS AIR SUMUR GALI
MENGUNAKAN METODE INDEKS KUALITAS AIR MODIFIKASI
INDONESIA (STUDI KASUS DI DESA NETEMNANU SELATAN
KECAMATAN AMFOANG TIMUR KABUPATEN KUPANG)**

Yoktan Baitanu, Suwari, Fidelis Nitti

*Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Jl. Adi Sucipto, Penfui,
Kupang-NTT, 85001, Indonesia
E-mail: yoktanbaitanu717@gmail.com*

Abstrak

Sumur gali adalah salah satu sarana air bersih yang dimanfaatkan oleh masyarakat untuk memenuhi kebutuhan air bersih. Penelitian ini bertujuan menentukan kualitas air sumur gali berdasarkan parameter TDS, NO_3^- -N, NH_3^- -N, PO_4^- -P dan *E.coli* serta status kualitas air sumur gali di Desa Netemnanu Selatan Kecamatan Amfoang Timur Kabupaten Kupang. Penentuan lokasi sampling air pada lima sumur gali ditentukan dengan metode *Purposive sampling* sedangkan pengambilan sampel dilakukan teknik *grab sampling*. Pengukuran TDS dengan menggunakan alat TDS meter, kadar NO_3^- -N, NH_3^- -N, PO_4^- -P menggunakan metode spektrofotometer Uv-Vis, sedangkan kandungan *E.coli* ditentukan menggunakan metode MPN. Data hasil analisis dibandingkan dengan baku mutu sesuai dengan Permenkes Tahun 2017, sedangkan status kualitas air di analisis menggunakan metode Indeks Kualitas Air Modifikasi Indonesia. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kualitas air sumur gali berada dalam kondisi memenuhi baku mutu hingga cemar sedang dengan Indeks Kualitas Air berkisar 54,38 - 65,65 dan cemar baik 80,47 - 84,36. Parameter-parameter yang menyebabkan kualitas indeks sedang adalah NH_3^- -N, PO_4^- -P dan *E.coli* berada di titik sampel TPS 1-TPS 3 dan cemar baik adalah TDS dan NO_3^- -N berada di titik sampel TPS 4 dan TPS 5.

Kata Kunci: *Sumur gali, Desa Netemnanu Selatan, metode IKA-INA, status kualitas air*

Abstract

Dug wells are one of the clean water facilities used by the community to meet the needs of clean water. This study aims to determine the water quality of dug wells based on the parameters of TDS, NO_3^- -N, NH_3^- -N, PO_4^- -P and *E.coli* as well as the quality status of dug well water in South Netemnanu Village, East Amfoang District, Kupang Regency. Determination of the location of water sampling in the five dug wells was determined by the purposive sampling method while the sampling was carried out by the grab sampling technique. Measurement of TDS using a TDS meter, levels of NO_3^- -N, NH_3^- -N, PO_4^- -P using the Uv-Vis spectrophotometer method, while the content of *E.coli* was determined using the MPN method. The data from the analysis are compared with the quality standards in accordance with the 2017 Minister of Health Regulation, while the status of water quality is analyzed using the Indonesian Modified Water Quality Index method. The results showed that the quality of the dug well water was in a condition that met the quality standard to moderately polluted with a Water Quality Index ranging from 54.38 to 65.65 and well polluted 80.47 to 84.36. The parameters that caused the quality index to be moderate were NH_3^- -N, PO_4^- -P and *E.coli* located at the sample points of TPS 1-TPS 3 and the polluted ones were TDS and NO_3^- -N at the sample points of TPS 4 and TPS 5.

Keywords: *Dug well, South Netemnanu Village, IKA-INA method, water quality status*

Pendahuluan

Air adalah salah satu kebutuhan utama bagi proses kehidupan untuk manusia, hewan dan tumbuhan di dunia. Sebagian besar massa dalam tubuh manusia diisi dengan cairan, maka dari itu setiap hari disarankan untuk minum air bersih sebanyak delapan gelas atau paling kurang dua setengah liter dan lebih bagus lagi air yang dikonsumsi yaitu air putih, sebab air putih mempunyai daya larut yang tinggi, sehingga metabolisme dalam tubuh berjalan dengan baik [1].

Sumur gali adalah salah satu sarana air bersih yang dimanfaatkan oleh manusia untuk keperluan setiap hari seperti minum, memasak, mandi, mencuci, kakus, industri, pertanian dan lain-lain. Dari beberapa kegunaan air tersebut, yang paling penting ialah keperluan untuk minum, sehingga air perlu

SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I UNIVERSITAS NUSA CENDANA

Kupang, 31 Maret 2022

diperhatikan kualitasnya agar tidak menimbulkan gangguan kesehatan pada tubuh manusia[2].

Wilayah di Desa Netemnanu Selatan menggunakan sumur gali sebagai salah satu sarana air bersih, namun dari 36,6% penduduk menggunakan air sumur gali di sekitar lahan pertanian sehingga memungkinkan terjadinya pencemaran misalnya nitrat yang terkandung dalam pupuk urea yang dimanfaatkan oleh petani untuk kesuburan tanaman. Selain itu, sumber pencemaran lain seperti kotoran hewan, limbah domestik dan *septic tank* dapat dengan mudah masuk ke dalam tanah dan menurunkan kualitas air.

Diantara parameter kualitas air bersih yang dapat dipengaruhi oleh adanya limbah domestik, dan kegiatan pertanian adalah parameter fisik yaitu *Total Dissolved Solid* serta parameter kimia yaitu Nitrat, Amonia, Fosfat dan parameter bakteriologi yaitu *E. coli*. Saat ini, masalah pertama yang terjadi pada setiap air sumur gali meliputi kualitas air yang sudah tidak mampu memenuhi kebutuhan domestik yang semakin meningkat. Kegiatan pertanian, domestik, industri maupun kegiatan lain dapat memberikan efek buruk bagi sumber daya air, antaranya dapat mengakibatkan penurunan kualitas air. Keadaan ini dapat menimbulkan gangguan buruk bagi kesehatan manusia seperti gatal-gatal, diare, *methemoglobinemia* atau syndrome bayi biru [3].

Perlu untuk melakukan pemeriksaan kualitas air sumur gali di Desa Netemnanu Selatan di sekitar lahan pertanian yang belum diketahui kelayakannya berdasarkan Peraturan Kementerian Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air untuk keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, *Solus Per Aqua*, dan Pemandian Umum. Standar baku mutu air meliputi parameter fisik, kimia, dan bakteriologi. Dalam upaya mengetahui seberapa besar pencemaran dalam air sumur gali, maka dilakukan penentuan status mutu Air dengan menggunakan salah satu metode yang dimodifikasi dari *National Sanitation Foundation-Water Quality Indeks* (NSF-WQI) adalah metode Indeks Kualitas Air Modifikasi Indonesia (IKA-INA). Metode IKA-INA dimanfaatkan karena secara umum dapat menunjukkan status mutu sebuah perairan dengan menyederhanakan informasi sehingga informasi kualitas sebuah perairan cukup disajikan dalam suatu nilai tunggal[4,5].

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian bersifat deskriptif kuantitatif yaitu untuk menentukan status kualitas air sumur gali di Desa Netemnanu Selatan Kecamatan Amfoang Timur Kabupaten Kupang. Penelitian dilaksanakan pada bulan November-Desember 2021. Analisis sampel di Laboratorium Kimia Fakultas Sains dan Teknik Universitas Nusa Cendana dan Laboratorium Mikrobiologi Kesehatan Lingkungan Politeknik Kesehatan Kupang. Pengambilan sampel menggunakan teknik *purposive sampling*, yaitu jumlah sampel yang digunakan sebanyak lima dari 10 sumur gali yang berada di sekitar lahan pertanian, karena keterbatasan waktu dan biaya penelitian. Pengambilan dan penanganan sampel berdasarkan SNI 6989.58:2008 tentang Pengambilan dan penanganan Contoh Air.

Alat

Alat- alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah botol 1 L, botol kaca, cool box, kuvet, Erlenmeyer 50 mL, 100 mL, 250 mL, 500 mL, gelas beaker 50 mL, 100 mL, 250 mL, 1000 mL, labu ukur 50 mL, 100 mL, 250 mL, 1000 mL, TDS meter, spektrofotometer UV-Vis, cawan penguapan, hot plate, tissue, kapas, alat tulis, kertas saring, aluminium foil, pH meter, pipet volumetri, desikator, lemari inkubator, tabung reaksi, rak tabung, tabung Durham, jarum ose, masker, kertas label, Bunsen, batang pengaduk, botol semprot, stopwatch, timbangan analitik, pompa vakum.

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel air sumur gali, Laktosa broth (LB), Brilliant Green Bile Broth (BGLB), Alkohol, Akuades, HgI₂, NaOH, KI, KNaC₄H₄O₆.4H₂O, NH₄Cl, KNO₃, NaCl, H₂SO₄ pekat, brusin sulfat, asam sulfanilat, HCl pekat, (K(SbO)C₄H₄O₆. ½H₂O), (NH₄)₆Mo₇O₂₄.4H₂O, C₆H₈O₆, KH₂PO₄, es batu.

Tabel 1. Lokasi pengambilan sampel penelitian

No.	Tempat Pengambilan Sampel	Lintang	Bujur
1.	TPS 1	9° 21' 06.8"	124° 01' 13.8"

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA
Kupang, 31 Maret 2022**

2.	TPS 2	9° 21' 09.0"	124° 01' 17.3"
3	TPS 3	9° 21' 09.8"	124° 01' 12.4"
4	TPS 4	9° 21' 09.9"	124° 01' 25.9"
5	TPS 5	9° 21' 09.4"	124° 01' 28.4"

Tabel 2. Parameter yang digunakan untuk pengujian kualitas mata air

No.	Parameter	Metode pengujian	Keterangan
1.	Total Dissolved Solid (TDS)	Alat TDS Meter	Lapangan
2.	Nitrat (NO ₃)	SNI 06-2480:1991	Laboratorium
3.	Amonia (NH ₃)	SNI 06-6989:1991	Laboratorium
4.	Fosfat (PO ₄)	SNI 06-6989.31-2005	Laboratorium
5.	<i>Escherichia coli</i>	Metode MPN	Laboratorium

Penentuan Status Mutu Air

Penentuan status mutu air sumur gali menggunakan metode yang di modifikasi dari *National Sanitation Foundation-Water Quality Indeks* (NSF-WQI) adalah metode Indeks Kualitas Air Modifikasi Indonesia (IKA-INA) berdasarkan rumus di bawah ini:

$$IKA - INA = \sum_{n}^{i} W_i L_i \quad (1)$$

Keterangan:

IKA-INA = Nilai Indeks Kualitas Air

W_i = Nilai bobot setiap parameter

L_i = Nilai sub Indeks parameter

Pada penelitian ini dilakukan modifikasi yaitu hanya menggunakan 5 parameter tanpa DO, pH, COD, BOD₅, TSS. Oleh karena itu, bobot parameter (W_i) dari setiap parameter mengalami modifikasi dihitung menggunakan rumus dibawah ini sehingga memperoleh nilai total 1.

$$NBP_{\text{modifikasi}} = NBP_{\text{awal}} \left(\frac{NBP_{\text{awal}}}{\sum x} \right) \sum y \quad (2)$$

Keterangan:

NBP_{modifikasi} = Nilai Bobot Parameter yang telah dimodifikasi

NBP_{awal} = Nilai bobot parameter awal

Σx = Penjumlahan nilai bobot parameter awal yang digunakan

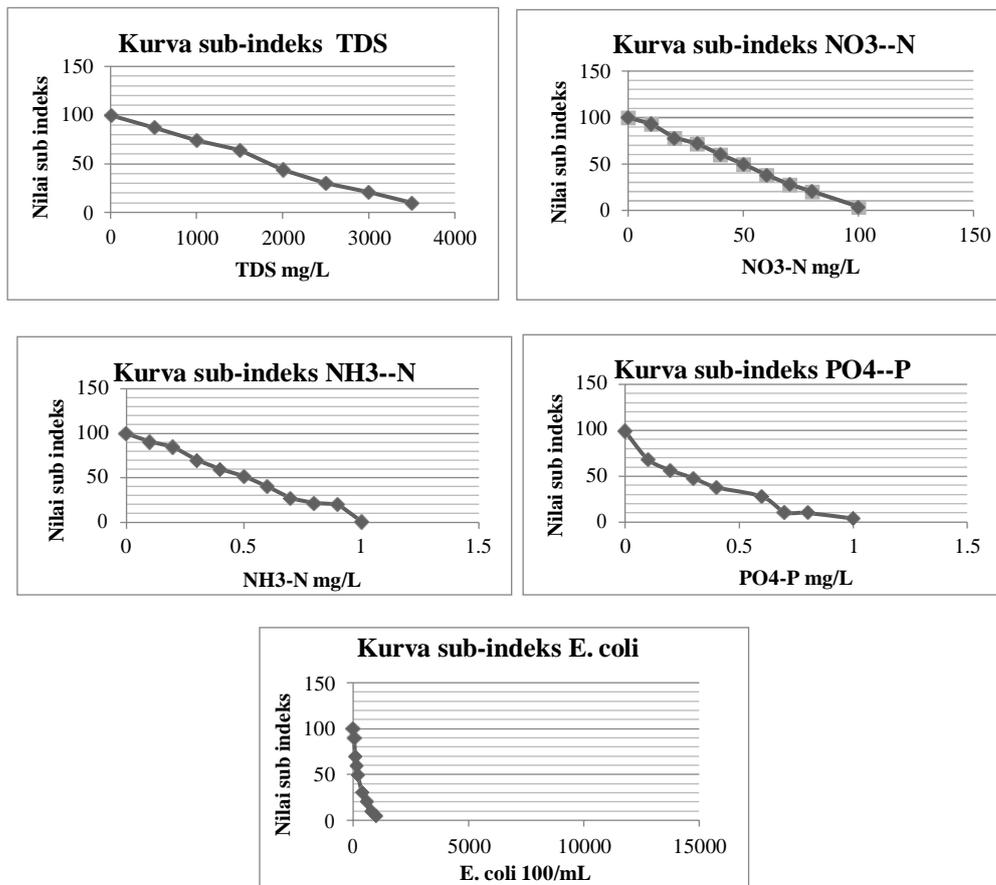
Σy = Jumlah nilai bobot parameter awal yang tidak digunakan

Tabel 3. Modifikasi bobot untuk 5 parameter menggunakan IKA-INA.

No	Parameter	Nilai bobot (W _i) awal	Nilai bobot (W _i) modifikasi
1	TDS	0,07	0,17
2	NO ₃ ⁻ N	0,08	0,18
3	PO ₄ ⁻ P	0,09	0,18
4	NH ₃ ⁻ N	0,08	0,21
5	E. coli	0,11	0,26
6	DO	0,14	
7	Ph	0,12	
8	COD	0,11	
9	BOD ₅	0,11	
10	TSS	0,09	
	Total	1	1

Dalam penilaian kualitas air sumur menggunakan persamaan kurva sub indeks (L_i) pada IKA-INA yang tercantum dalam gambar di bawah ini.

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA
Kupang, 31 Maret 2022**



Gambar 1. Kurva sub-indeks untuk 5 parameter IKA-INA.

Selanjutnya diperoleh persamaan regresi untuk menghitung kurva sub-indeks (Li) dari kurva diatas. Hasil persamaan regresi untuk menghitung nilai Kurva sub-indeks (Li) pada tabel dibawah ini:

Tabel 4. Persamaan kurva sub-indeks untuk 5 parameter IKA-INA.

No	Parameter	Persamaan kurva sub-indeks	Koefisien determinan
1	TDS	$y = -0.026x + 100$	$R^2 = 0.993$
2	NO ₃ -N	$y = -0.993x + 100$	$R^2 = 0.995$
3	NH ₃ -N	$y = -97.09x + 100$	$R^2 = 0.999$
4	PO ₄ -P	$y = -88.20x + 80.57$	$R^2 = 0.911$
5	E. coli	$y = -0.089x + 81.24$	$R^2 = 0.869$

Sumber: Ratnaningsih 2018

Hasil perhitungan yang di peroleh kemudian dibandingkan dalam kriteria berdasarkan metode IKA-INA.

Tabel 6. Kriteria penilaian menggunakan IKA-INA.

Nilai	Kriteria
91-100	Sangat baik
71-90	Baik
51-70	Sedang
26-50	Buruk
0-25	Sangat buruk

Analisis Data

Data yang di peroleh dari hasil pengujian analisis berdasarkan Peraturan Kementerian Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air untuk keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, *Solus Per Aqua*, dan Pemandian Umum.

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA
Kupang, 31 Maret 2022**

**HASIL DAN PEMBAHASAN
Gambaran umum lokasi penelitian**

Desa Netemnanu Selatan mempunyai 549 kepala keluarga, 2.362 jiwa yang terdiri dari 1.160 laki-laki dan 1.202 perempuan dari 4 Dusun, 22 RT, dan 11 RW. Jumlah sumur gali di Desa Netemnanu Selatan sebanyak 106 sumur yang menjadi sampel adalah 5 sumur gali yang dimanfaatkan oleh 15 Kepala Keluarga antara lain sumur gali milik Bapak Baltazar Kuil (RT10/RW07) berada pada titik koordinat 9°21'06.8"S124°01'13.8"E dimanfaatkan oleh 3 kepala keluarga yang disebut sebagai Tempat Pengambilan Sampel 1 (TPS 1), sumur gali milik Ibu Paulina Tunmunis (RT05/RW04) berada pada titik koordinat 9°21'09.0"S124°01'17.3"E dimanfaatkan oleh 2 kepala keluarga yang disebut sebagai Tempat Pengambilan Sampel 2 (TPS 2), sumur gali milik Bapak Petrus Neno (RT04/RW03) berada pada titik koordinat 9°21'09.8"S124°01'12.4"E yang dimanfaatkan oleh 4 Kepala Keluarga disebut sebagai Tempat Pengambilan Sampel 3 (TPS 3), sumur gali milik Bapak Bertolomeoz Baitanu (RT03/RW02) berada pada titik koordinat 9°21'09.9"S124°01'25.9"E yang dimanfaatkan oleh 3 Kepala Keluarga yang disebut sebagai Tempat Pengambilan Sampel 4 (TPS 4), dan sumur gali milik Bapak Aminadap Baitanu (RT02/RW01) berada pada titik koordinat 9°21'09.4"S124°01'28.4"E yang dimanfaatkan oleh 3 Kepala Keluarga yang disebut sebagai Tempat Pengambilan Sampel 5 (TPS 5).



TPS 1 (Bapak Baltazar Kuil)



TPS 2 (Ibu Paulina Tunmunis)



TPS 3 (Bapak Petrus Neno)



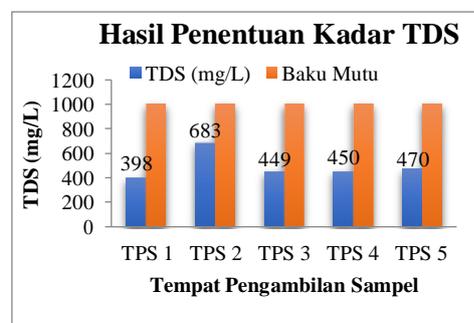
TPS 4 (Bapak Bertolomeoz Baitanu)



TPS 5 (Bapak Aminadap Baitanu)

Gambar 2. Tempat Pengambilan Sampel (TPS).

Total Dissolved Solid (TDS)



Gambar 3. Kadar TDS pada 5 sumur gali.

Total Dissolved Solid merupakan salah satu parameter fisik yang dimanfaatkan untuk menggambarkan senyawa-senyawa organik dan anorganik yang terlarut dalam air. Hasil pengujian

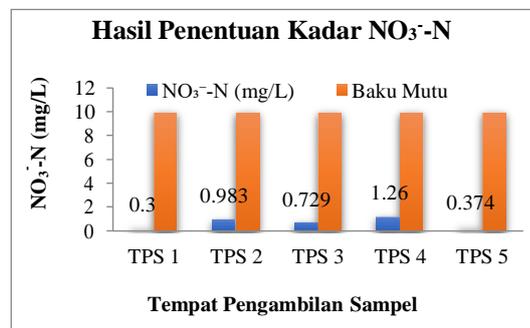
SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I UNIVERSITAS NUSA CENDANA

Kupang, 31 Maret 2022

menunjukkan kadar TDS yang paling tertinggi adalah pada TPS 2 sebesar 683 mg/L, TPS 5 sebesar 470 mg/L, TPS 4 sebesar 450 mg/L, TPS 3 sebesar 449 mg/L, TPS 1 sebesar 398 mg/L. Kadar TDS pada 5 sumur gali berada di bawah batas baku mutu yang diterapkan pada Peraturan Kementerian Kesehatan Nomor 32 Tahun 2017 yaitu sebesar 1000 mg/L. Hal ini menunjukkan bahwa semua sumur gali yang diteliti dapat memenuhi syarat baku mutu.

Kadar TDS yang tinggi pada setiap sumur gali disebabkan oleh debu/partikel dari luar sumur gali. Hasil survei lokasi menunjukkan bahwa terdapat material-material yang digunakan seperti semen, tanah, pasir dan kerikil sebagai bahan campuran untuk rehabilitasi jalan. Kegiatan tersebut dapat menghasilkan debu/partikel yang dapat masuk ke dalam sumur gali dan mempengaruhi tingginya kadar TDS pada sumur gali. Secara umum sesuai hasil penelitian (Talan dkk, 2021) pada air sumur Bor menunjukkan bahwa kadar TDS yang tinggi dipengaruhi dari sumber pencemar seperti pemukiman masyarakat yang memiliki kandungan organik dan anorganik serta bahan buangan padatan lainnya yang masuk kedalam tanah sehingga mempengaruhi kadar TDS yang tinggi pada air tanah.

Nitrat (NO_3^- -N)

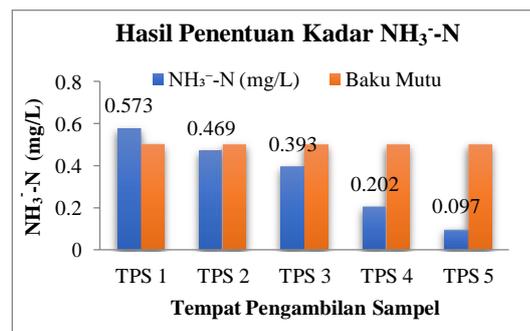


Gambar 4. Kadar NO_3^- -N pada 5 sumur gali.

Nitrat (NO_3^- -N) adalah nitrogen yang banyak ditemukan pada perairan alami yang bersumber dalam pupuk urea. Penentuan kadar NO_3^- -N pada air sumur gali di uji dengan menggunakan alat spektrofotometer UV- Vis pada 420 nm secara Brusin Sulfat. Berdasarkan hasil perhitungan pada setiap titik pengambilan sampel di peroleh kadar NO_3^- -N antara lain yang tertinggi adalah pada TPS 4 yaitu sebesar 1,260 mg/L yang terendah pada TPS 1 sebesar 0,300 mg/L, TPS 2 sebesar 0,983 mg/L, TPS 3 sebesar 0,729 mg/L dan TPS 5 sebesar 0,374 mg/L. Kadar NO_3^- -N pada 5 sumur gali berada di bawah batas baku mutu yang diterapkan pada Peraturan Kementerian Kesehatan Nomor 32 Tahun 2017 yaitu sebesar 10 mg/L. Hal ini menunjukkan bahwa semua sumur gali yang diteliti dapat memenuhi syarat baku mutu.

Kadar NO_3^- -N yang rendah pada semua sumur gali dapat dikatakan bahwa nitrat yang bersumber dari penggunaan pupuk urea dari lahan pertanian tersebut dimungkinkan mengalir mengikuti aliran irigasi ke tempat lain seperti bangunan cekdam. Hasil survei menunjukkan bahwa di sekitar lahan pertanian terdapat bangunan cekdam yang digunakan untuk irigasi. Secara umum sesuai dengan hasil penelitian (Safitri dkk, 2014) pada air tanah di sekitar lahan pertanian menunjukkan bahwa kadar nitrat pada air tanah memiliki kualitas yang rendah karena pupuk urea yang digunakan dapat mengalir mengikuti aliran irigasi ke sungai.

Amonia (NH_3^- -N)



Gambar 5. Kadar NH_3^- -N pada 5 sumur gali.

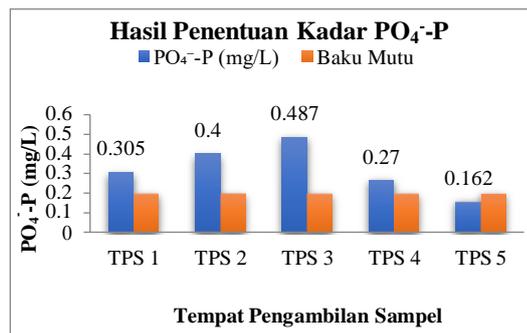
SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I UNIVERSITAS NUSA CENDANA

Kupang, 31 Maret 2022

Amonia adalah senyawa anorganik yang diperlukan sebagai sumber energi dalam proses Nitrifikasi bakteri aerobik. Penentuan kadar $\text{NH}_3\text{-N}$ pada air sumur gali di uji menggunakan alat spektrofotometer UV- Vis pada 425 nm dengan metode Nessler. Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh kadar $\text{NH}_3\text{-N}$ adalah yang tertinggi pada TPS 1 yaitu sebesar 0,573 mg/L yang terendah pada TPS 2 sebesar 0,469 mg/L, TPS 3 sebesar 0,393 mg/L, TPS 4 sebesar 0,202 mg/L dan TPS 5 sebesar 0,097 mg/L. Apabila hasil perhitungan kadar $\text{NH}_3\text{-N}$ dibandingkan dengan baku mutu yang terapkan pada Peraturan Kementrian Kesehatan Nomor 32 Tahun 2017 yaitu sebesar 0,5 mg/L maka, yang melebihi batas baku mutu adalah TPS 1 dan yang dibawah batas baku mutu adalah TPS 2 – TPS 5.

Kadar $\text{NH}_3\text{-N}$ yang tinggi pada sumur gali TPS 1 disebabkan dari jarak sumur gali dengan lahan sayur-sayuran yang berdekatan. Hasil survei menunjukkan bahwa penduduk menggunakan kotoran sapi dan kambing sebagai pupuk urea pada tanaman di sekitar sumur. Kegiatan tersebut kemungkinan besar urea dalam tanah dihidrolisa dengan cepat oleh enzim urease menjadi amonium karbonat yang dapat masuk kedalam sumur dan mempengaruhi tingginya kadar amonia dalam air sumur. Sedangkan sumur gali pada TPS 2 - TPS 5 mengandung kadar $\text{NH}_3\text{-N}$ di bawah batas baku mutu karena jarak sumur gali dengan kandang hewan memenuhi syarat (>11 m) sehingga mengakibatkan sumber pencemaran kadar $\text{NH}_3\text{-N}$ lebih rendah. Secara umum sesuai dengan hasil penelitian (Apriyanti, 2013) pada air tanah menunjukkan bahwa tingginya kadar amonia disebabkan dari penggunaan pupuk organik dari kotoran hewan pada sayur-sayuran serta bersumber dari dekomposisi bahan organik oleh mikroba yang dapat menyebabkan kadar amonia yang tinggi pada air tanah.

Fosfat ($\text{PO}_4\text{-P}$)

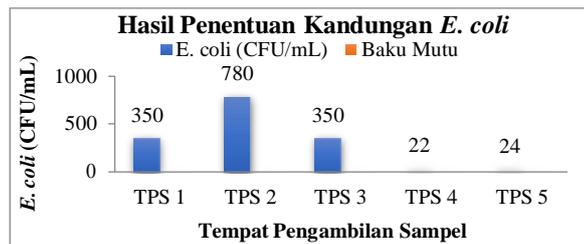


Gambar 6. Kadar $\text{PO}_4\text{-P}$ pada 5 sumur gali.

Fosfat merupakan salah satu ion poliatomik atau radikal terdiri dari satu atom fosforus dan empat oksigen. Penentuan kadar $\text{PO}_4\text{-P}$ pada air sumur gali menggunakan Spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 880 nm secara Biru Molibdat. Berdasarkan hasil perhitungan pada setiap titik pengambilan sampel di peroleh kadar $\text{PO}_4\text{-P}$ antara lain yang tertinggi pada TPS 1 yaitu sebesar 0,305 mg/L, TPS 2 sebesar 0,400 mg/L, TPS 3 sebesar 0,487 mg/L, TPS 4 sebesar 0,270 mg/L dan yang terendah pada TPS 5 yaitu sebesar 0,162 mg/L. Apabila hasil perhitungan kadar $\text{PO}_4\text{-P}$ dibandingkan dengan baku mutu yang terapkan pada Peraturan Kementrian Kesehatan Nomor 32 Tahun 2017 yaitu sebesar 0,2 mg/L maka, yang melebihi batas baku mutu adalah pada TPS 1- TPS 4 dan yang masih di bawah baku mutu adalah pada TPS 5.

Kadar $\text{PO}_4\text{-P}$ yang tinggi pada sumur gali TPS 1 - TPS 4 disebabkan dari deterjen yang dimanfaatkan oleh penduduk untuk mencuci pakaian, alat dapur dan lain-lain sehingga dapat membuang limbah cucian di sekitar sumur gali. Kegiatan tersebut kemungkinan besar komposisi dari deterjen yang digunakan dapat masuk kedalam sumur dan mempengaruhi tingginya kadar $\text{PO}_4\text{-P}$. Sedangkan sumur gali pada TPS 5 mengandung kadar $\text{PO}_4\text{-P}$ di bawah batas baku mutu karena penduduk memanfaatkan mesin pompa air sehingga kegiatan mencuci tidak dilakukan di sekitar sumur tetapi disebabkan dari faktor lain seperti kebiasaan masyarakat tidak menjaga kebersihan sehingga dapat mempengaruhi kadar fosfat pada sumur gali. Secara umum sesuai dengan hasil penelitian (Diana, 2019) pada air sumur menunjukkan bahwa air limbah cucian yang masuk ke dalam sumur gali berasal dari deterjen yang digunakan untuk mencuci yang dapat mempengaruhi kadar fosfat yang tinggi pada air sumur.

Escherichia coli (*E. coli*)



Gambar 7. Kadar *E. coli* pada 5 sumur gali.

Escherichia coli merupakan salah satu jenis bakteri yang biasanya hidup di kotoran manusia dan hewan. Hasil penentuan kandungan *E. coli* menggunakan tabel MPN yang paling tertinggi adalah pada TPS 2 sebesar 780 CFU/mL, TPS 1 sebesar 350 CFU/mL, TPS 3 sebesar 350 CFU/mL dan yang terendah adalah pada TPS 4 sebesar 22 CFU/mL dan TPS 5 sebesar 24 CFU/mL. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa semua sumur gali yang diuji melebihi batas baku mutu yang diterapkan menurut Peraturan Kementerian Kesehatan Tahun 2017 yaitu sebesar 0 koloni/mL.

Kandungan *E. coli* yang tinggi pada sumur gali TPS 1 - TPS 3 disebabkan dari jarak sumur gali dengan *septic tank* yang tidak memenuhi syarat (<11 m). Hal ini menunjukkan bahwa air sumur telah terkontaminasi dengan kotoran manusia sehingga dapat mempengaruhi kandungan *E. coli* yang tinggi pada sumur gali. Sedangkan kandungan *E. coli* terendah pada sumur gali TPS 4 dan TPS 5 yang jarak sumur gali dengan *septic tank* dan kandang hewan memenuhi syarat (>11 m) dapat disebabkan dari faktor lain seperti konstruksi dan kedalaman sumur gali yang tidak memenuhi syarat, dan kebiasaan masyarakat di sekitar sumur yang tidak menjaga kebersihan sehingga dapat mempengaruhi keberadaan kandungan *E. coli* pada sumur gali. Secara umum sesuai dengan hasil penelitian (Awuy dkk, 2018) pada air tanah menunjukkan bahwa semakin dekat sumur dengan *Septic tank* maka semakin tinggi kandungan *E. coli* berarti kualitas air semakin rendah. Dan penelitian (Tandilangi dkk, 2017) menunjukkan bahwa jarak kandang ternak dengan sumur gali yang tidak memenuhi syarat dapat mempengaruhi keberadaan *E. coli* yang tinggi dan memberikan efek buruk bagi kesehatan manusia.

Penentuan Status Kualitas air Menggunakan Metode IKA-INA

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan metode IKA-INA sesuai parameter fisik: TDS, parameter kimia: NO_3^- -N, NH_3^- -N, PO_4^- -P dan parameter bakteriologi: *E. coli* pada 5 sumur gali di peroleh nilai pada setiap Tempat Pengambilan Sampel adalah: TPS 1 sebesar 65,17, TPS 2 sebesar 54,38, TPS 3 sebesar 65,65, TPS 4 sebesar 80,47 dan TPS 5 sebesar 84,36, maka status mutu air pada TPS 1, TPS 2, dan TPS 3 dapat digolongkan dalam kriteria SEDANG dan TPS 4 dan TPS 5 dapat digolongkan dalam kriteria BAIK.

KESIMPULAN

Kualitas Air pada 5 sumur gali di Desa Netemnanu Selatan Kecamatan Amfoang Timur Kabupaten Kupang berdasarkan parameter fisik yaitu TDS (100%) memenuhi baku mutu, parameter kimia yaitu NO_3^- -N (100%) memenuhi baku mutu, NH_3^- -N (80%) memenuhi baku mutu dan (20%) tidak memenuhi baku mutu, PO_4^- -P (20%) memenuhi baku mutu dan (80%) tidak memenuhi baku mutu dan parameter bakteriologi yaitu *E. coli* (100%) tidak memenuhi baku mutu yang diterapkan menurut Peraturan Kementerian Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 tentang tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air untuk keperluan Higiene, Sanitasi, Kolam Renang, *Solus Per Aqua*, dan Pemandian Umum.

Status mutu pada 5 sumur gali di Desa Netemnanu Selatan Kecamatan Amfoang Timur Kabupaten Kupang yang tergolong dalam kriteria SEDANG pada TPS 1, TPS 2 dan TPS 3 yang tergolong dalam kriteria BAIK pada TPS 4 dan TPS 5.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Wulandari, Diyah, Ayuk. 2017. *Hubungan Kualitas Air Sumur BOR Berdasarkan Uji Biologi, Kimia, Fisika Dengan Ketinggian Dataran di Kabupaten Jember Serta Pemanfaatan Sebagai Buku Ilmiah Populer*. Skripsi Fakultas Keguruan dan Pendidikan Universitas Jember. Jember
- [2] Soemirat, J. 2000. *Kesehatan Lingkungan*. Yogyakarta: Gadjah Mada Universitas Press.

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA**

Kupang, 31 Maret 2022

- [3] Naolana. 2013. *Gambaran Kualitas Air Sumur Gali di Sekitar Lahan Pertanian Desa Lalong Kecamatan Walenrang Kabupaten Luwu*. Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Islam Negeri Allauddin Makasar. Makasar
- [4] Naolana. 2013. *Gambaran Kualitas Air Sumur Gali di Sekitar Lahan Pertanian Desa Lalong Kecamatan Walenrang Kabupaten Luwu*. Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Islam Negeri Allauddin Makasar. Makasar
- [5] Kementerian Kesehatan, RI. 2017. *Kementerian Kesehatan Nomor 32 Tahun 2017 Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solusi Per Aqua, dan Permandian Umum*. Depkes RI, Jakarta.
- [6] Ratnaningsih, D., Lestari, R. P., Nazir, E., & Fauzi, R. 2018. Pengembangan Indeks Kualitas Air Sungai Sebagai Alternatif Penilaian Kualitas Air Sungai. *Jurnal Ecolab*, Vol.12, No.2, Hal.53-61.
- [7] Talan, M, T. Mauboy, S, R. Nitsae, M. 2021. Uji Kualitas Pada Sumber Mata Air Sumur Dan Sumur Bor Di Desa Baumata Timur Kecamatan Taebenu Kabupaten Kupang. Kupang.
- [8] Safitri, W. Pujiati, S, R. Ningrum, T, P. 2014. *Kandungan Nitrat Pada Air Tanah Di Sekitaran Lahan Pertanian Padi, Palawija Dan Tembakau*. Fakultas Kesehatan Masyarakat. Universitas Jember.
- [9] Apriyanti. D, V. Indria Santi dan Y. D. Inayati Siregar. 2013. *Pengkajian Metode Analisis Amonia dalam Air Dengan Metode Salicylate Test Kit*. Vol 7, No 2, Hal 49-108.
- [10] Diana, Pransiska. 2019. *Analisis Kadar Fosfat Pada Badan Air Dengan Metode Spektrofotometer*. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- [11] Awuy, C, R. Sumampouw, J, O. Boky, B, H. 2018. Kandungan *Escherichia Coli* Pada Air Sumur Gali dan Jarak Sumur Dengan *Septic Tank* Di Kelurahan Rap-Rap Kabupaten Minahasa Utara. *Jurnal KESMAS*, Vol 7. No 4.
- [12] Tandilangi, E., Sumampouw, O.J. dan Madudusa, S.S., 2017. Kualitas Bakteriologi Air Sumur Bersemen Di Pesisir Kecamatan Likupang Timur Minahasa Utara. *Jurnal Media Kesehatan*, Vol (9), No (3).
- [13] Badan Standar Nasional.(2008). SNI 6989.57:2008 tentang Metode Pengambilan Contoh Air Permukaan.
- [14] Badan Standar Nasional. 1991. *Pengujian Kadar Nitrat Dalam Air Dengan Alat Spektrofotometer Secara Brusin Sulfat*. Teknik Manajemen Lingkungan.
- [15] Badan Standar Nasional. 1991. *Pengujian Kadar Amonia Dalam Air Dengan Alat Spektrofotometer Secara metode Nessler*. Teknik Manajemen Lingkungan.
- [16] Badan Standar Nasional. 2005. *Air dan Limbah- Bagian 31: Cara Uji Kadar Fosfat Dengan Spektrofotometri Secara Asam Askorbat*. Teknik Manajemen Lingkungan.

SINTESIS SENYAWA TURUNAN KALKON DARI VANILIN SEBAGAI KANDIDAT ANTIMALARIA

Yohana Evianti Ose Kaha, Reinner I. Lerrick, Sherlly M.F. Ledoh

*Jurusan Kimia, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Jl. Adi Sucipto, Penfui,
Kupang-NTT, 85001, Indonesia
E-mail: evykaha0@gmail.com*

Abstrak

Telah dilakukan penelitian mengenai sintesis senyawa turunan kalkon dari bahan dasar vanilin. Tujuan penelitian ini yaitu untuk memperoleh kajian baru tentang sintesis senyawa turunan kalkon yang berbahan dasar vanilin. Metode yang digunakan adalah metode refluks dan stirrer didasarkan pada reaksi kondensasi aldol. Penelitian ini meliputi sintesis senyawa turunan kalkon dari vanilin secara langsung dan sintesis senyawa turunan kalkon yang melalui tahapan proteksi gugus fenolik vanilin terlebih dahulu. Hasil sintesis senyawa turunan kalkon 3-(4-hidroksi-3-metoksifenil)-1-fenil-2-propenon dari vanilin secara langsung tidak menghasilkan produk yang diinginkan. Hal ini disebabkan oleh pengaruh reaktivitas gugus fenolik vanilin. Dengan demikian, proteksi gugus fenolik vanilin sebagai 4-etoksi-3-metoksibenzaldehida telah berhasil digunakan sebagai bahan baku sintesis turunan kalkon 3-(4-etoksi-3-metoksifenil)-1-fenil-2-propenon dengan rendemen 76% berupa padatan kuning.

Kata kunci: *vanilin, kalkon, kondensasi aldol*

Abstract

[Title: Synthesis of Chalcone Derivatives from Vaniline as Antimalarial Candidates]. A research on the synthesis of chalcone-derived compounds from vanillin as the basic ingredient. The purpose of this research was to obtain a new study on the synthesis of vanillin based chalcone derivatives. The method used in the synthesis was reflux and stirrer method on conducting aldol condensation type of reaction. This research included the direct synthesis of chalcone-derived compounds from vanillin and the synthesis of chalcone-derived compounds through the first step of protecting the phenolic group of vanillin. The synthesis of chalcone derivatives 3-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-1-phenyl-2-propenone from vanillin does not directly produce the desired product. This is due to the effect of the reactivity of the phenolic group of vanillin. Thus, the protection of the phenolic group of vanillin as 4-ethoxy-3-methoxybenzaldehyde has been successfully used as raw material for the synthesis of chalcone derivatives 3-(4-ethoxy-3-methoxyphenyl)-1-phenyl-2-propenone with 76% yield in the form of yellow solid.

Keywords: *vanillin, chalcone, aldol condensation*

PENDAHULUAN

Malaria merupakan penyakit menular yang disebabkan oleh parasit plasmodium dan disebarkan ke manusia melalui nyamuk anopheles. Kasus malaria ini masih menjadi masalah kesehatan global, termasuk di Indonesia [1]. Obat antimalaria yang tersedia di Indonesia terbatas pada klorokuin, sulfadoksin-pirimetamin, kina, primakuin, dan beberapa antibiotik yang bersifat antimalaria [2]. Penggunaan obat yang terdaftar sebagai antimalaria sudah diatur dan dibakukan oleh Departemen kesehatan sesuai dengan daerah dan sensitivitas *Plasmodium falciparum* terhadap obat antimalaria. Pembatasan penggunaan obat tersebut berguna untuk menekan perkembangan kasus resistensi [3]. Walaupun demikian, resistensi terhadap obat malaria telah menyebar luas di berbagai daerah. Dampak dari resistensi ini yaitu kegagalan terapi. Hal ini membuat kebutuhan obat antimalaria yang lebih efektif menjadi sangat penting [4].

Oleh karena itu perlu dilakukan upaya untuk mencari obat antimalaria baru, salah satunya yaitu senyawa sintesis seperti kalkon. Penelitian yang dilakukan oleh Mahapatra ddk.[7] menyatakan bahwa

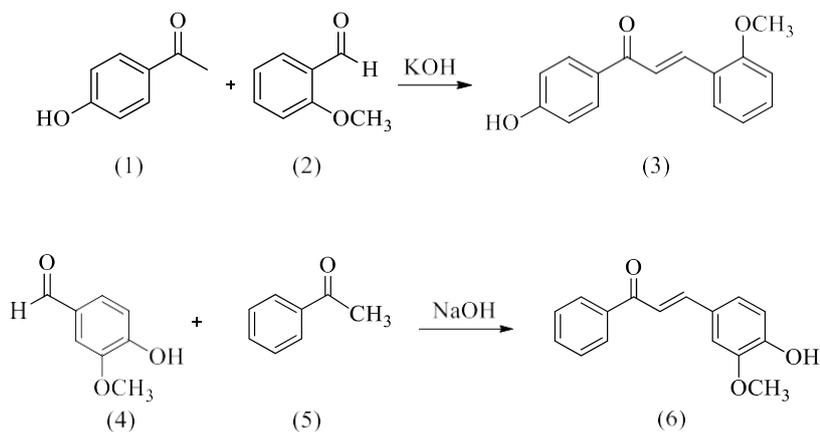
SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I UNIVERSITAS NUSA CENDANA

Kupang, 31 Maret 2022

kalkon merupakan salah satu metabolit sekunder yang terbukti sebagai antikanker, anti-inflamasi, anti-HIV, antidiabetes, antimikroba, antioksidan dan antimalaria. Turunan kalkon dengan substituen prenil dan alil telah dilaporkan memiliki aktivitas sebagai antimalaria. Secara teoritis, prenil, alil, alkoksi dan gugus hidroksi bisa meningkatkan lipofilisitas senyawa yang merupakan sifat penting dalam aktivitas antimalaria [5].

Berdasarkan penelitian sebelumnya oleh Yadav dkk [6] berhasil mensintesis turunan kalkon dengan menunjukkan potensi aktivitas antiplasmodial in vitro IC_{50} sebesar 1,1 $\mu\text{g/ml}$. Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh Syahri dkk. [7] juga mensintesis senyawa turunan kalkon yang memiliki aktivitas antimalaria dengan nilai IC_{50} berkisar 5,26-25,84 μM . Secara umum, aktivitas biologis kalkon tidak hanya tergantung pada gugus keton α,β -tak jenuh tetapi juga pada gugus yang terikat pada kedua cincin aromatik [8].

Melalui pendekatan retrosintesis, senyawa kalkon maupun turunannya dapat disintesis dengan kondensasi aldol dari aldehida aromatik dan keton aromatik. Contoh sintesis senyawa turunan kalkon yang dilakukan oleh Oktavia dkk.[9] adalah sintesis senyawa 4-hidroksi-2-metoksi kalkon (3) dengan mereaksikan senyawa 4-hidroksiasetofenon (1) dan 2-metoksibenzaldehida (2) menggunakan katalis KOH dengan rendemen sebesar 92,07%. Pada tahun 2015 Azizah dkk.[10] juga berhasil mensintesis senyawa 4-hidroksi-3-metoksi kalkon (6) dengan bahan dasar senyawa vanilin (4) dan asetofenon (5) yang memiliki rendemen sebesar 76,56% (Gambar 1).



Gambar 1. Contoh Reaksi Sintesis Kalkon (5) dan (6)

Material awal dalam mensintesis kalkon berupa suatu produk sintesis. Oleh karena itu, dalam penelitian kali ini salah satu bahan dasar yang akan digunakan berupa produk bahan sintesis yakni vanilin (4). Dimana senyawa vanilin (4) ini dihipotesiskan dapat bereaksi dengan senyawa asetofenon (5) yang diharapkan dapat menghasilkan turunan senyawa kalkon yang memiliki aktivitas biologis dan farmakologis.

Berdasarkan latar belakang diatas peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “Sintesis Senyawa turunan kalkon Dari Vanilin Sebagai Kandidat Antimalaria”.

METODE

Alat

Alat- alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu gelas kimia, erlenmeyer, pipet tetes, labu leher tiga, labu alas bulat, corong penetes, pendingin, pengaduk magnet, labu destilasi, evaporator, thermometer, timbangan digital, KLT, kromatografi kolom, FTIR dan GCMS.

Bahan

Bahan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah vanilin, NaOH, asetofenon, metanol, DCM, dietil eter, n-heksana, aquades, Na_2SO_4 anhidrat, silika gel dan plat KLT.

Prosedur Kerja

SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I UNIVERSITAS NUSA CENDANA

Kupang, 31 Maret 2022

1. Sintesis 3-(4-hidroksi-3-metoksifenil)-1-fenil-2-propenon menggunakan pelarut etanol (Azizah dkk., 2015)

Sebanyak 0,1 g vanilin dilarutkan dalam 10 mL etanol 96 %, kemudian dimasukkan ke dalam labu leher tiga yang dilengkapi dengan pendingin, pengaduk magnet, termometer dan penangas air. Selanjutnya, ditambahkan 0,116 g asetofenon dan 4,3 mL NaOH 60 %. Campuran direfluks pada suhu 70 °C selama 1,5 jam, kemudian didinginkan pada suhu kamar. Reaksi yang terjadi diamati dengan KLT.

2. Sintesis 3-(4-etoksi-3-metoksifenil)-1-fenil-2-propenon

Sebanyak 0,5 g vanilin dalam 5 mL metanol ditambahkan dengan NaOH 0,128 g dimasukkan ke dalam labu refluks yang telah dilengkapi dengan pengaduk magnet, kemudian campuran direfluks dan ditambahkan 0,384 g asetofenon dalam 5 mL metanol kemudian dibiarkan proses refluks berlangsung selama 24 jam pada suhu 65°C. Reaksi yang terjadi diamati dengan KLT. Tahapan selanjutnya, campuran tersebut diekstraksi dengan 1 : 1 campuran aquades dan DCM, lapisan organik kemudian dikeringkan dengan Na₂SO₄ anhidrat lalu kembali dilakukan penyaringan, filtrat yang diperoleh kemudian dievaporasi. Hasil evaporasi dihitung renelemen dan dilanjutkan dengan analisis menggunakan GC-MS.

3. Sintesis 3-(4-hidroksi-3-metoksifenil)-1-fenil-2-propenon menggunakan pelarut metanol (Fauzi'ah dkk., 2016)

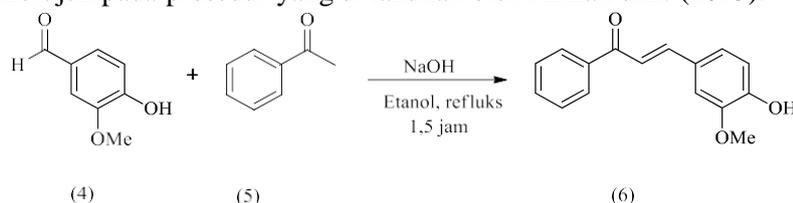
Sebanyak 0,0506 g 4-etoksi-3-metoksibenzaldehida dalam 5 mL THF ditambahkan dengan NaOH 0,0216 g dimasukkan ke dalam labu 25 ml yang telah dilengkapi dengan pengaduk magnet kemudian ditambahkan 0,0336 g asetofenon dalam 5 mL THF kemudian dibiarkan proses stirer berlangsung selama 24 jam pada suhu ruang. Reaksi yang terjadi diamati dengan KLT. Tahapan selanjutnya, campuran tersebut diekstraksi dengan 1 : 1 campuran aquades dan DCM, lapisan organik kemudian dikeringkan dengan Na₂SO₄ anhidrat lalu kembali dilakukan penyaringan, filtrat yang diperoleh kemudian dievaporasi. Hasil evaporasi dimurnikan dengan menggunakan kolom kromatografi dengan perbandingan eluen 7 : 3 pelarut n-heksana dan dietil eter. Setiap fraksi yang keluar dari kolom kromatografi ditampung dalam wadah yang berbeda untuk setiap jenis reaksinya. Fraksi-fraksi yang diperoleh dievaporasi kemudian dihitung renelemen dan dilanjutkan dengan analisis menggunakan FTIR.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini dilakukan sintesis senyawa turunan kalkon dari senyawa 4-hidroksi-3-metoksibenzaldehida atau vanilin (4) dan senyawa 4-etoksi-3-metoksibenzaldehida (7). Dimana untuk sintesis senyawa 4-hidroksi-3-metoksi kalkon dilakukan dengan merujuk kepada prosedur Azizah dkk. (2015) dan Fauzi'ah dkk. (2016) [10][11]. Adapun senyawa 4-etoksi-3-metoksibenzaldehida diperoleh dari grup penelitian RIL.

Hasil Sintesis 3-(4-hidroksi-3-metoksifenil)-1-fenil-2-propenon (18)

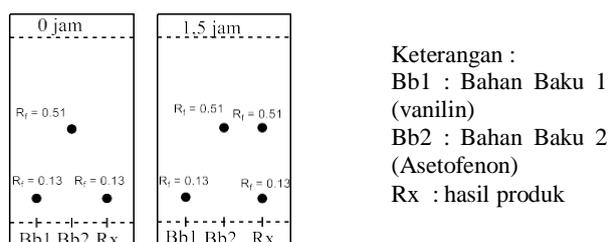
Pada sintesis (18) akan dilakukan reaksi kondensasi langsung antara vanilin (4) dengan asetofenon (5) merujuk pada prosedur yang dilakukan oleh Azizah dkk. (2015).



Gambar 2. Alur Sintesis Senyawa Turunan Kalkon dari Vanilin

Pada percobaan awal senyawa turunan kalkon (Gambar 2) (18) disintesis dengan mereaksikan senyawa vanillin asetofenon dan katalis NaOH menggunakan metode refluks dalam pelarut etanol menghasilkan campuran dengan warna putih bening. Tujuan penambahan katalis NaOH yaitu untuk mempercepat laju reaksi kondensasi aldol yang terjadi. Campuran direfluks selama 1,5 jam pada suhu 70 °C. Jalannya reaksi dikontrol menggunakan KLT (Gambar 3) dengan eluen yang digunakan yaitu n-heksana dan dietil eter dalam perbandingan volume sebesar 7:3.

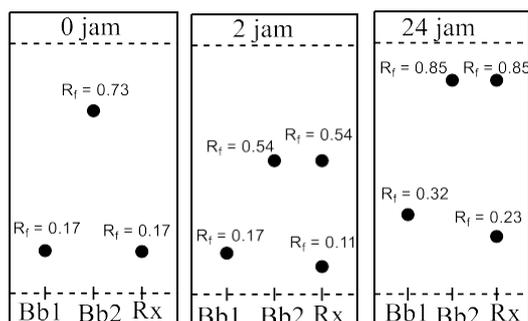
**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA
Kupang, 31 Maret 2022**



Gambar 3. Monitoring Reaksi Asetofenon dengan Vanilin dalam pelarut etanol

Gambar 3. menunjukkan bahwa pada titik reaksi 0 jam dan 1,5 jam tidak terbentuk suatu produk baru yakni di lihat dari nilai R_f reaksi masih sama dengan nilai R_f dari bahan baku. Hal ini tidak sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Azizah dkk. (2015), dimana pada penelitian yang dilakukan oleh Azizah dkk. diperoleh campuran yang berwarna kuning setelah direfluks selama 1,5 jam. Sedangkan pada penelitian ini, tidak terjadi perubahan warna dan nilai R_f nya masih sama seperti bahan baku.

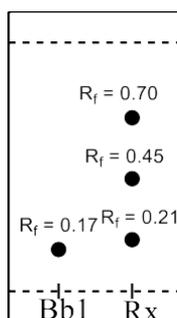
Sintesis (18) kemudian dilakukan lagi dengan mengikuti prosedur yang dilakukan oleh Fauzi'ah dkk. (2016) yaitu menggunakan pelarut metanol. Larutan vanilin dalam metanol ketika ditambahkan kedalamnya NaOH menghasilkan campuran berwarna putih keruh. Penambahan asetofenon bertetes-tetes ke dalam campuran yang sementara direfluks pada 65°C menyebabkan berubahnya warna campuran menjadi putih bening. Monitoring reaksi selama 24 jam menggunakan KLT sebagaimana terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Monitoring Reaksi antara Asetofenon dengan Vanilin dalam pelarut metanol dan dalam kondisi refluks

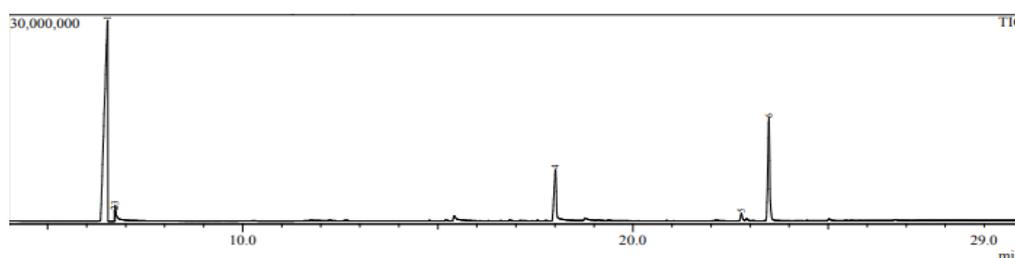
Pada monitoring reaksi setelah 2 jam dan 24 jam, terdapat dua noda dimana salah satu noda memiliki nilai R_f yang sama dengan bahan baku sedangkan noda lainnya berupa noda dari produk yang baru terbentuk dalam sintesis ini. Hal ini dipastikan dari nilai R_f noda yang baru terbentuk berbeda dengan nilai R_f kedua bahan baku. Selama proses reaksi terjadi perubahan warna campuran dari putih bening menjadi coklat tua. Campuran yang berwarna coklat tua tersebut, hasil reaksi selama 24 jam refluks, kemudian diekstrak tiga kali dengan menggunakan pelarut DCM dan pencucian dengan aquades untuk menghilangkan sisa NaOH dalam perbandingan 1 : 1 20 mL untuk kedua pelarut. Fase organik dari hasil ekstraksi ditambahkan dengan Na_2SO_4 anhidrat dan dilakukan evaporasi untuk menghilangkan pelarut yang masih tersisa. Hasil evaporasi diuji lagi dengan KLT dengan hasil sebagaimana terlihat pada Gambar 5.

SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA
Kupang, 31 Maret 2022



Gambar 5. Hasil KLT Produk crude setelah Ekstraksi

Dari data KLT yang ada, terdapat tiga noda pada titik reaksi yang memiliki nilai Rf berbeda dengan nilai Rf bahan baku, salah satu dari tiga noda tersebut diduga sebagai senyawa target. Hasil evaporasi diperoleh berupa cairan berwarna kuning dengan rendemen sebesar 18 %. Untuk membuktikan produk cairan berwarna kuning hasil sintesis merupakan senyawa target maka dianalisis menggunakan instrumen GC-MS yang kromatogramnya dapat dilihat pada Gambar 6.



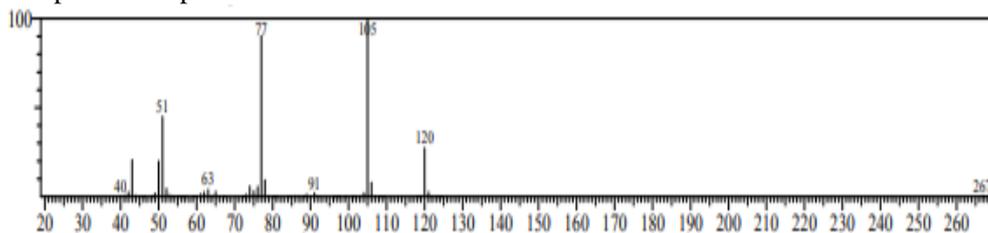
Gambar 6. Kromatogram Gas Produk crude

Dari data GC yang ditunjukkan oleh Gambar 6 terdapat 6 puncak yang memiliki waktu retensi dan presentase kelimpahan yang berbeda. Data ini ditunjukkan oleh Tabel 1.

Tabel 1. Waktu retensi dan presentase kelimpahan 6 senyawa

No. Puncak	Waktu Retensi	Luas Area	% Kelimpahan
1.	6.538	175483563	67.45
2.	6.717	812708	0.31
3.	6.736	2320323	0.89
4.	18.012	28841906	11.09
5.	22.776	2035952	0.78
6.	23.482	50687070	19.48

Dari data tersebut menunjukkan bahwa produk yang dihasilkan tidaklah murni. Hal ini dibuktikan dengan adanya 6 puncak yang berbeda. Namun, keberadaan senyawa lain dalam produk ini sangatlah kecil yang dibuktikan dengan perbedaan presentase kelimpahan yang dimiliki setiap puncak. Puncak 1 menunjukkan presentase kelimpahan sebesar 67,45%. Adapun spektrum massa dari puncak nomor 1 dapat dilihat pada Gambar 4.6.



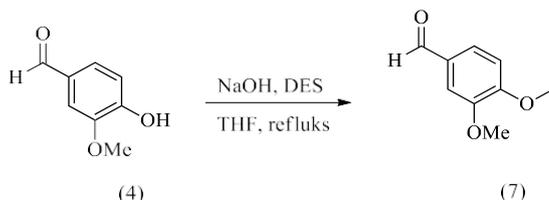
Gambar 7. Spektrogram Puncak Pertama

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA**

Kupang, 31 Maret 2022

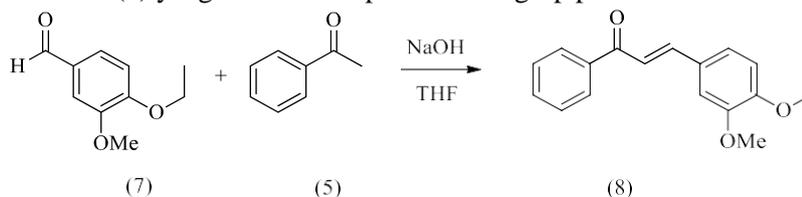
Pada data spektrogram tersebut terlihat puncak ke 8 dengan besar $m/z = 267$, menunjukkan suatu senyawa dengan massa molekul relatif sebesar 267g/mol. Berdasarkan massa molekul relatif tersebut, maka dapat diduga bahwa cairan yang berwarna kuning hasil sintesis tidak mengandung senyawa target yang diinginkan. Dimana senyawa target yang diinginkan memiliki massa molekul relatif sebesar 254 g/mol. Tidak berhasilnya suatu reaksi ini diduga karena ada pengaruh gugus fenolik yang ikut bereaksi.

Hasil Sintesis 3-(4-etoksi-3-metoksifenil)-1-fenil-2-propenon (50)



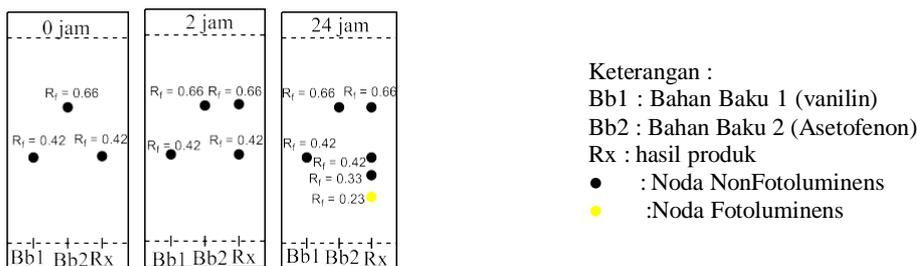
Gambar 8. Proteksi Vanilin

Selanjutnya dilakukan sintesis turunan kalkon dari senyawa 4-etoksi-3-metoksibenzaldehida (7) yang diperoleh dari tahapan reaksi etilasi senyawa vanilin (16) dan dietil sulfat. Dimana pada reaksi etilasi tersebut bermaksud untuk menutup gugus fenolik pada senyawa vanilin (4). Senyawa 4-etoksi-3-metoksibenzaldehida (7) yang dimaksud diperoleh dari grup penelitian RIL.



Gambar 9. Alur Sintesis Senyawa Turunan Kalkon dari 4-etoksi-3-metoksibenzaldehida

Campuran senyawa 4-etoksi-3-metoksibenzaldehida, NaOH dan pelarut tetrahidrofuran berwarna putih bening, setelah ditambahkan asetofenon berubah menjadi putih keruh. Campuran distirer selama 24 jam pada suhu ruang. Jalannya reaksi sintesis turunan kalkon diamati dengan KLT (Gambar 10) dimana eluen yang digunakan yaitu n-heksana dan dietil eter dengan perbandingan volume 7:3.



Gambar 10. KLT Hasil Sintesis

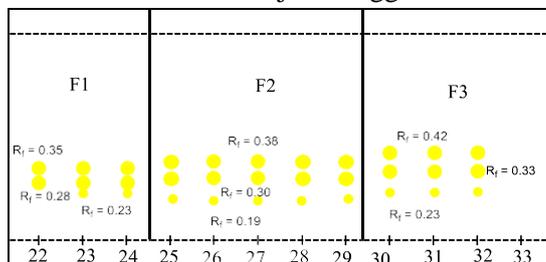
Gambar 10 menunjukkan bahwa pada titik reaksi untuk 2 jam proses stirer terdapat dua noda yang memiliki nilai Rf yang sama dengan kedua bahan baku. Pada titik reaksi untuk 24 jam terdapat empat noda dimana dua noda lainnya memiliki nilai Rf yang berbeda dari bahan baku yang merupakan hasil reaksi. Dari dua noda tersebut satu noda lainnya merupakan noda yang berfloresensi jika disinari oleh lampu UV dengan panjang gelombang 366 nm. Hal ini disebabkan oleh gugus C=O dan C=C aromatik yang merupakan gugus kromofor pada senyawa 4-etoksi-3-metoksi kalkon. Selain itu, terdapat gugus auksokrom yaitu gugus O-CH₃ yang terikat pada cincin aromatik kalkon. Selama proses stirer terjadi perubahan warna dari putih keruh menjadi kuning keruh.

Setelah 24 jam proses stirer, campuran hasil stirer diekstraksi untuk menghilangkan sisa NaOH dengan menggunakan pelarut DCM dan pencucian dengan aquades dalam perbandingan 1 : 1 20 mL

SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I UNIVERSITAS NUSA CENDANA

Kupang, 31 Maret 2022

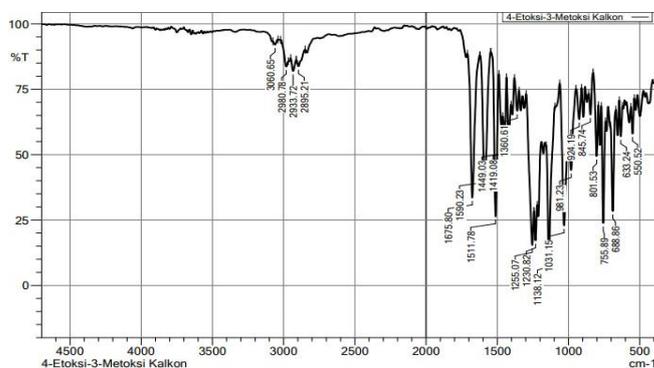
untuk kedua pelarut, dan terbentuk 2 lapisan yaitu lapisan organik dan lapisan air. Lapisan organik dari hasil ekstraksi ditambahkan dengan Na_2SO_4 anhidrat dan dilakukan evaporasi untuk menghilangkan pelarut yang masih tersisa. Selanjutnya dilakukan pemurniaan menggunakan kromatografi kolom dengan eluennya n-heksana dan dietil eter dalam perbandingan 20:1 dan 10:1. Hasil yang diperoleh kemudian dianalisis lebih lanjut menggunakan KLT.



Gambar 11. KLT Uji Kemurnian Hasil Kolom

Berdasarkan data KLT, terdapat 3 fraksi berbeda dari hasil kolom. Pada fraksi F1 ($R_f = 0,23$; $R_f = 0,28$; $R_f = 0,35$) merupakan campuran tiga senyawa dimana salah satunya di duga sebagai senyawa hasil yang dilihat dari nilai R_f fase sama dengan nilai R_f kontrol yakni $R_{fnya} = 0,23$. Pada fraksi F2 ($R_f = 0,19$; $R_f = 0,30$; $R_f = 0,38$) terdapat tiga titik noda yang juga merupakan campuran dari tiga senyawa. Sedangkan fraksi F3 ($R_f = 0,23$; $R_f = 0,33$; $R_f = 0,42$) merupakan campuran dari tiga senyawa yakni 4-etoksi-3-metoksibenzaldehida dan senyawa hasil. Berdasarkan data KLT pada Gambar 4.8, padatan pada fraksi pertama merupakan senyawa yang kurang murni, yang ditimbang dan diperoleh rendemen sebesar 76%.

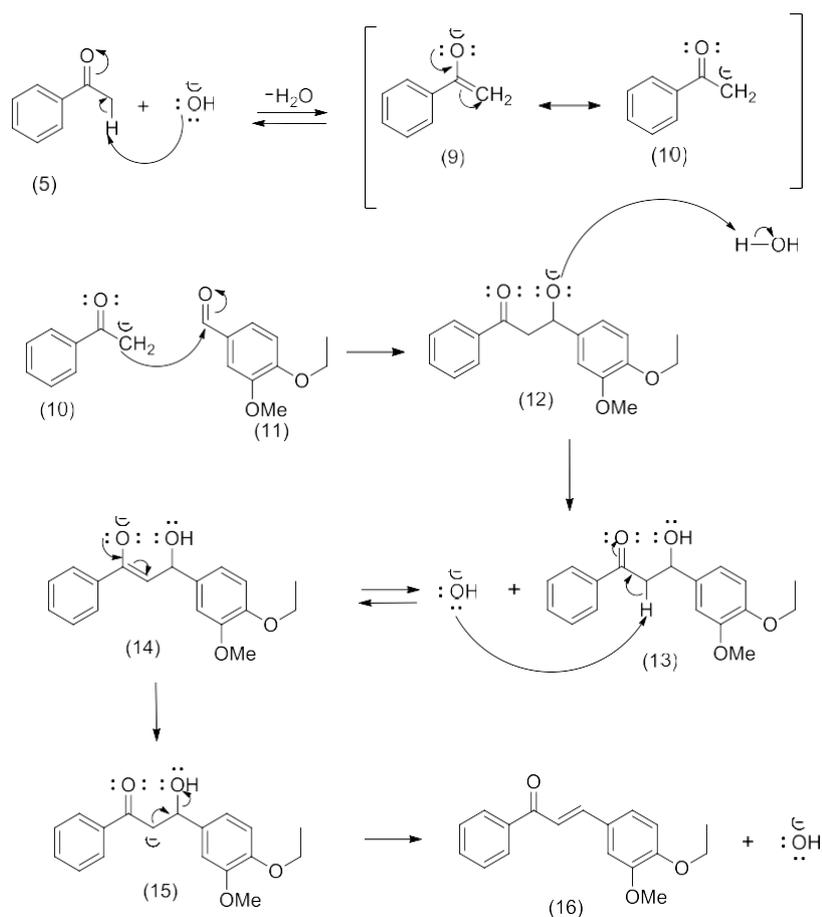
Padatan kuning yang diperoleh, dianalisis gugus fungsi menggunakan FTIR (Gambar 12) untuk membuktikan bahwa produk padatan kuning hasil sintesis merupakan senyawa target 4-etoksi-3-metoksi kalkon.



Gambar 12. Spektrum FTIR Senyawa Hasil Sintesis

Berdasarkan gambar 12, terdapat serapan pada bilangan gelombang 1675 cm^{-1} yang merupakan serapan $\text{C}=\text{O}$ (keton). Terdapat juga serapan $\text{C}=\text{C}$ aromatik pada bilangan gelombang 1449 cm^{-1} , yang diperkuat dengan adanya serapan $\text{Csp}^2\text{-H}$ aromatik pada bilangan gelombang 3060 cm^{-1} . Adapun serapan pada gugus $\text{C}=\text{C}$ alifatik terlihat pada bilangan gelombang 1590 cm^{-1} , gugus $\text{C}-\text{O}$ eter pada rentang bilangan gelombang $1255\text{-}1031 \text{ cm}^{-1}$. Terdapat juga serapan $\text{Csp}^3\text{-H}$ pada bilangan gelombang 2933 cm^{-1} . Berdasarkan data-data tersebut, dapat dipastikan bahwa padatan kuning hasil sintesis merupakan target 3-(4-etoksi-3-metoksifenil)-1-fenil-2-propenon.

Mekanisme reaksi yang terjadi pada sintesis senyawa 3-(4-etoksi-3-metoksifenil)-1-fenil-2-propenon dapat dilihat pada Gambar 13. Adapun jenis reaksi yang terjadi adalah reaksi kondensasi aldol yang dimulai dengan pembentukan ion enolat, dimana gugus hidroksil dari katalis basa NaOH menyerang H_α pada asetofenon sehingga terbentuk enolat dan melepaskan molekul air. Enolat ini kemudian menyerang karbonil pada senyawa 4-etoksi-3-metoksibenzaldehida dan terbentuk ion alkoksida yang kemudian menyerang proton dari air untuk menghasilkan suatu senyawa aldol. Produk aldol yang diperoleh terdeprotonasi membentuk enolat lain dan diikuti dengan eliminasi air dalam reaksi dehidrasi E1cB sehingga terbentuk senyawa 3-(4-etoksi-3-metoksifenil)-1-fenil-2-propenon.



Gambar 13. Mekanisme Reaksi Sintesis Senyawa 3-(4-etoksi-3-metoksifenil)-1-fenil-2-propenon

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa senyawa turunan kalkon 3-(4-hidroksi-3-metoksifenil)-1-fenil-2-propenon (18) dari vanilin secara langsung tidak menghasilkan produk yang diinginkan. Hal ini disebabkan oleh pengaruh reaktivitas gugus fenolik vanilin. Dengan demikian, proteksi gugus fenolik vanilin sebagai 4-etoksi-3-metoksibenzaldehida telah berhasil digunakan sebagai bahan baku sintesis turunan kalkon 3-(4-etoksi-3-metoksifenil)-1-fenil-2-propenon (50) dengan rendemen 76%.

Berdasarkan pada hasil penelitian yang dilakukan maka dapat disarankan bagi peneliti selanjutnya yakni Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang sintesis senyawa turunan kalkon dengan menggunakan metode yang lain, perlu dilakukan penelitian mengenai aktivitas biologis dari senyawa 3-(4-etoksi-3-metoksifenil)-1-fenil-2-propenon dan perlu dilakukan sintesis senyawa turunan kalkon dari 4-etoksi-3-metoksibenzaldehida hasil proteksi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arisanti, M., & Nurmaliani, R. (2019). Situasi Pra Eliminasi Malaria Di Kabupaten Okus. *Jurnal Bahana Kesehatan Masyarakat*, Vol 3 No 1 (51-52).
- [2] Hafid, A. F., Widyawaruyanti, A., & Tumewu, L. (2016). Skrining Aktivitas Antimalaria beberapa Tanaman Indonesia Hasil Eksplorasi dari Hutan Raya Cangar, Batu-Malang, Jawa Timur. *Jurnal Farmasi dan Ilmu Kefarmasian Indonesia*, Vol. 3 No. 1 (6-8).
- [3] Harijanto, P. (2000). *Malaria : Epidemiologi, Patogenesis, Manifestasi Klinis, dan Penanganan*. Jakarta: Kedokteran EGC.
- [4] Nurrohmah, P. (2020). *Studi Aktivitas Sel Imunokompeten Pada Penyakit Malaria Dilihat Dari Analisa Docking Senyawa Hibiscetin Kombuca Rosella*. skripsi. Jurusan Pendidikan Biologi.

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA**

Kupang, 31 Maret 2022

- [5] Mahapatra Vivek, D. K., & Kumar Bharti, A. S. (2015). Anti-cancer chalcones: structural and molecular target perspectives. *Eur. J. Med. Chem*, 98: 6-114.
- [6] Yadav, N. D. (2012). Antimalarial Activity of Newly Synthesized Chalcone Derivatives In Vitro. *Chem Biol Drug*, 80: 340-347.
- [7] Syahri, J., Yuanita, E., Nohrohma, B. A., Armunanto, R., & Purwono, B. (2017). Chalcone Analogue as Potent Anti-malarial Compounds Against Plasmodium Falciparum: Synthesis, Biological Evaluation and Docking Simulation Study. *Asian Pasific Journal of Tropical Biomedicine*, 7(8): 675-679.
- [8] Kamble, V. H. (2011). Synthesis and Biological Evaluation of a Novel Series of Methoxylated Chalcones as Antioxidant and Antimicrobial Agent. *Journal of chemical and Pharmaceutical Research*, 3(6): 639-648.
- [9] Oktavia, D. B. (2015). Sintesis dan Uji Toksisitas Senyawa Analog Kalkon dari 4-hidroksiasetofenon dengan 2-Metoksibenzaldehid. *Jurnal Photon*, 6(1): 35-38.
- [10] Azizah, Y., Hanapi, A., & Adi, T. K. (2015). Synthesis of 3-(4-hydroxy-3-metoxyphenyl)-1-phenyl-2-Propen-1-On and its Antioxidant Activity Assay using DPPH. *Alchemy*, 4(1): 67-72.
- [11] Fauzi'ah, L., & Wahyuningsih, T. D. (2016). Synthesis of Chalcones Substituted with Nitro and Hydroxyl group in Alkaline Medium. *Eksakta: Jurnal Ilmu-Ilmu MIPA*, 103-112.

PEMANFAATAN LIMBAH SERBUK BESI SEBAGAI PENGUAT WARNA MERAH EKSTRAK BIJI PINANG (*Areca catechu L.*)

Yolanda Tupu, Pius D. Ola, Fidelis Nitti, Dodi Darmakusuma

Jurusan Kimia Fakultas Sains Dan Teknik Universitas Nusa Cendana Jl. Adi Sucipto,

Kupang 85001, Indonesia

E-mail: yeyentupu1998@gmail.com

Abstrak

Telah dilakukan penelitian pemanfaatan limbah serbuk besi sebagai penguat warna merah ekstrak biji pinang (*Areca catechu L.*). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penggunaan FeCl_3 dari limbah serbuk besi sebagai mordant dalam mengikat zat warna alam ekstrak etanol biji pinang. Pada penelitian ini, terlebih dahulu dilakukan pewarnaan terhadap kain katun menggunakan teknik pencelupan. Mordanting dilakukan dengan tiga cara yang dibedakan yaitu mordant pendahulu (pre mordanting), mordant simultan (meta-chrome) dan mordant akhir (post mordanting). Ketahanan warna diuji dengan mencuci dan menjemur kain yang telah diwarnai selama 5 jam (10.00-15.00 WITA). Pengaruh dari semua perlakuan tersebut dievaluasi dengan mengamati intensitas warna menggunakan metode pencitraan digital. Intensitas warna yang diamati yaitu Blue karena merupakan warna komplementer dari merah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa teknik post mordanting menghasilkan kain dengan intensitas warna paling tajam dan nilai intensitas warna paling rendah (68) yang mengindikasikan lebih banyak zat warna terikat pada kain. Uji ketahanan warna menunjukkan bahwa teknik post mordanting menghasilkan warna kain dengan daya tahan paling baik dibuktikan oleh nilai intensitas warna paling rendah (107) dan perubahan warna kain yang tidak signifikan meskipun % kelunturannya paling tinggi (36,448%).

Kata Kunci: *Biji pinang, teknik mordanting, pewarnaan, intensitas warna*

Abstract

Research has been carried out on the utilization of iron powder waste as a red color enhancer for betel nut extract (*Areca catechu L.*). This study aims to determine the use of FeCl_3 from iron powder waste as a mordant in binding natural dyestuffs of betel nut ethanol extract. In this study, the cotton fabric was first stained using a dyeing technique. Mordanting is carried out in three different ways, namely pre mordanting, simultaneous mordant (meta-chrome) and final mordant (post mordanting). Color resistance was tested by washing and drying the cloth that had been enjoyed for 5 hours (10.00-15.00 WITA). The effect of all these treatments was evaluated by observing the color intensity using digital imaging methods. The intensity of the color observed is Blue because it is a complementary color to red. The results showed that the post mordanting technique produced the fabric with the sharpest color intensity and the lowest color intensity value (68) which indicated that more dye was bound to the fabric. The color resistance test showed that the post mordanting technique produced the color of the fabric with the best durability, as evidenced by the lowest color intensity value (107) and insignificant changes in the color of the fabric even though the % fastness was the highest (36.448%).

Keywords: *Areca nut, mordanting technique, coloring, color intensity*

PENDAHULUAN

Zat warna alam merupakan zat warna yang diperoleh dari alam, biasanya pada bagian tumbuhan seperti pada daun, batang, kulit, buah, bunga dan biji [1]. Setiap tumbuhan berpotensi menjadi sumber zat warna karena mengandung pigmen alami [2]. Purnomo [3] menyatakan bahwa isolasi pewarna alami dari tumbuhan dapat dilakukan dengan mengekstrak bagian tumbuhan menggunakan pelarut yang kepolarannya sesuai dengan komponen yang akan diekstraksi. Salah satu tanaman yang berpotensi untuk digunakan sebagai zat warna alami adalah pinang.

Zat warna alam biji pinang sangat ramah baik bagi lingkungan maupun kesehatan karena kandungan komponen alaminya mempunyai nilai beban pencemaran yang relatif rendah, mudah terdegradasi secara biologis dan tidak beracun [4]. Namun, dibalik beberapa kelebihan tersebut terdapat kelemahan, yaitu mudah kusam dan ketahanan lunturnya yang rendah apabila dicuci serta

SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I UNIVERSITAS NUSA CENDANA

Kupang, 31 Maret 2022

terkena sinar matahari [5]. Untuk memperoleh zat warna dengan ketahanan luntur yang baik maka diperlukan zat pembantu yang disebut mordan [6].

Mordan adalah salah satu zat yang dipergunakan dalam proses pencelupan agar warna yang terserap ke dalam kain lebih kuat dengan meningkatkan daya lekatnya pada kain [7]. Mordan membentuk jembatan kimia antara zat warna alam dengan serat kain mengakibatkan afinitas zat warna meningkat terhadap serat kain [8]. Menurut Manurung [9], tujuan pemberian mordan adalah untuk meningkatkan daya serap kain terhadap zat warna alam. Penggunaan mordan terhadap zat warna alam akan membentuk arah warna dengan intensitas warna yang berbeda sesuai dengan jenis mordan dan variasi konsentrasinya, lamanya pencelupan dan jenis kain yang digunakan [10]. Terdapat 2 jenis mordan, yaitu mordan alam dan mordan kimia. Salah satu jenis mordan kimia yang dapat digunakan adalah besi.

Besi merupakan salah satu jenis logam yang paling banyak digunakan, umumnya dijumpai pada industri-industri pengolahan logam seperti industri pembuatan paku, alat-alat rumah tangga dan alat-alat mekanik [11]. Karena merupakan logam yang paling banyak digunakan maka akan menghasilkan limbah dalam jumlah yang lebih banyak dibandingkan logam-logam lain. Menurut Bahri dan Irawan [12], pemakaian besi industri menghasilkan limbah buangan yaitu serbuk besi yang merupakan hasil langsung dari sisa pemotongan besi. Limbah serbuk besi tidak dikelola dengan baik sehingga terbuang percuma dan mencemari lingkungan [13]. Salah satu cara penanganan limbah yang baik adalah memanfaatkan serbuk besi sebagai mordan.

Berdasarkan latar belakang di atas, maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “Pemanfaatan Limbah Serbuk Besi Sebagai Penguat Warna Merah Ekstrak Biji Pinang (*Areca Catechu L.*)”

METODE PENELITIAN

Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu gelas beaker, *smartphone Xiaomi redmi 6 (13 mega pixel)*, box foto, erlenmeyer, gelas ukur, labu takar, pipet ukur, pipet volume, kertas saring, gelas kimia, *rotari evaporator*, labu evaporator, tabung reaksi, spektrofotometer UV-Vis, timbangan elektronik dan hot plate.

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu buah pinang yang diambil dari Desa Kesetnana, Kabupaten Timor Tengah Selatan, Nusa Tenggara Timur, air, aquades, HCl pekat, FeCl₃, kloroform, reagen dragendroff, serbuk Mg, H₂SO₄, asetat anhidrat, HNO₃, KSCN, serbuk besi, NH₄OH, ekstrak etanol biji pinang, Etanol 70%, kertas pH, dan deterjen Daia.

Prosedur Penelitian

Ekstraksi Sampel

Sebanyak 50 gr serbuk halus biji pinang dimasukkan ke dalam gelas piala kemudian ditambahkan 250 mL etanol 70% dan direndam selama 3x24 jam. Hasil maserasi disaring dan dimasukkan ke dalam evaporator dengan suhu 40°C dengan tujuan memisahkan ekstrak dari pelarut.

Uji Fitokimia

Uji Fitokimia dilakukan untuk mengetahui golongan metabolit sekunder yang terkandung dalam sampel, meliputi, tanin, alkaloid, flavonoid, saponin dan terpenoid.

a. Uji Tanin

Sebanyak 2,5 mL ekstrak etanol biji pinang 100 ppm ditambahkan 5 mL FeCl₃, jika terbentuk warna hijau atau kebiruan maka sampel tersebut positif tanin.

b. Uji Flavonoid

Identifikasi flavonoid dilakukan dengan uji shinoda. Larutan uji ditambahkan dengan serbuk Mg dan beberapa tetes HCl 1 M, apabila timbul warna merah atau jingga menandakan adanya senyawa flavon, flavonol dan dihidroflavonol.

c. Uji Alkaloid

Sebanyak 5 mL ekstrak etanol biji pinang ditambahkan 3 mL HCl, kemudian dimasukkan 1 mL reagen dragendroff. Jika timbul warna jingga atau merah mengindikasikan adanya alkaloid.

SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I UNIVERSITAS NUSA CENDANA

Kupang, 31 Maret 2022

d. Uji Saponin

Sebanyak 1 mg ekstrak etanol dilarutkan dengan 5 mL aquades kemudian disaring, lalu dikocok dalam tabung reaksi selama 10 detik. Terbentuknya buih selama kurang lebih 10 menit dengan ketinggian 1-10 cm dan tidak hilang dapat ditambahkan 1 tetes HCl menandakan adanya saponin.

e. Uji Terpenoid

Sebanyak 2 mL ekstrak etanol biji pinang ditambahkan 2 mL kloroform, 10 tetes asetat anhidrat dan 3 tetes H₂SO₄ pekat. Jika muncul warna merah atau ungu maka sampel tersebut menunjukkan adanya terpenoid.

Sintesis Besi(III) Klorida

Serbuk besi halus sebanyak 15 gram dilarutkan dengan 115 mL HCl pekat kemudian dipanaskan dengan suhu 70°C (± 4 jam). Selanjutnya disaring dan filtrat dinetralkan dengan NH₄OH dan disaring lagi. Larutan besi (III) yang diperoleh diukur konsentrasinya dengan prosedur sebagai berikut:

1. Penentuan panjang gelombang maksimum

Dipipet larutan Fe(III) 100 ppm sebanyak 5 mL dan dimasukkan ke dalam labu ukur 50 mL. Kemudian sebanyak 5 mL KSCN 1 M dan 3 mL larutan HNO₃ 1 M dimasukkan ke dalam labu ukur lalu ditambahkan akuades sampai tanda batas. Diukur absorbansi larutan pada panjang gelombang 400-520 nm.

2. Pembuatan kurva kalibrasi

Dipipet larutan Fe(III) 100 ppm sebanyak 0, 2, 4, 6 dan 8 ppm dimasukkan ke dalam labu ukur 10 mL. Kemudian sebanyak 1 mL KSCN 1 M dan 1,2 mL larutan HNO₃ 1 M dimasukkan ke dalam labu ukur lalu ditambahkan akuades sampai tanda batas. Diukur absorbansi larutan pada panjang gelombang maksimum.

3. Penentuan konsentrasi besi(III) dalam sampel

Diambil sampel sebanyak 10 ml dimasukkan ke dalam labu takar 25 mL. Kemudian ke dalam larutan ditambahkan 5 mL KSCN 1 M dan 3 mL larutan HNO₃ 1 M dan akuades sampai tanda batas lalu dihomogenkan dengan cara dikocok. Dibaca absorbansi pada panjang gelombang maksimum. Dilakukan tiga kali pengulangan.

Proses Pewarnaan (Mordanting)

Sebanyak 4 helai kain katun berukuran sama yaitu 5 x 5 cm dicelupkan ke dalam zat warna melalui 4 perlakuan: tanpa mordan, pre mordanting, mordan simultan, dan post mordanting. Selanjutnya diukur intensitas warna kain dengan metode pencitraan digital, dengan cara memasukkan kain hasil pewarnaan ke dalam box foto (Gambar 1) yang telah dilengkapi dengan lampu 30 watt. Selanjutnya dipotret menggunakan kamera *smartphone Xiaomi Redmi 6* (13 mega pixel). Hasil potret berupa gambar digital yang kemudian dikonversi menjadi intensitas warna dengan menggunakan aplikasi *RGB Color Detector*.

Box ini terbuat dari stereoform dengan ukuran 20 x 20 x 20 cm dan pada salah satu sisinya terdapat lubang berukuran 4 x 4 cm yang digunakan untuk memotret kain. Lampu berdaya 30 watt yang dipasangkan di dalam box foto berfungsi sebagai sumber cahaya.



Gambar 1. Box foto

Pencelupan Tanpa Mordan

Diawali dengan mencelupkan kain ke dalam 25 mL zat warna alam ekstrak etanol biji pinang. Setelah 30 menit, kain katun diangkat dan dijemur di bawah sinar matahari langsung. Kain yang telah kering diukur intensitas warnanya.

SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I UNIVERSITAS NUSA CENDANA

Kupang, 31 Maret 2022

Pre Mordanting

Pre mordanting dilakukan dengan cara mencelupkan kain katun dalam 25 mL larutan mordan FeCl_3 terlebih dahulu selama 30 menit kemudian dikeringkan. Selanjutnya kain dicelupkan lagi ke dalam 25 mL larutan zat warna alam ekstrak biji pinang selama 30 menit. Diangkat lalu dikeringkan. Selanjutnya diukur intensitas warnanya.

Mordan Simultan

Dimulai dengan mencampurkan 25 mL larutan mordan FeCl_3 dengan 25 mL ekstrak biji pinang. Selanjutnya kain katun direndam dalam campuran tersebut selama 30 menit, lalu kain diangkat dan dikeringkan. Selanjutnya diukur intensitas warnanya.

Post Mordanting

Post mordanting dilakukan dengan mencelupkan kain ke dalam 25 mL larutan zat warna alam ekstrak biji pinang terlebih dahulu selama 30 menit kemudian dikeringkan. Setelah itu, dicelupkan lagi ke dalam 25 mL larutan mordan FeCl_3 selama 30 menit. Kain katun diangkat dan dikeringkan. Selanjutnya diukur intensitas warnanya.

Uji Ketahanan Warna

Uji ketahanan warna dilakukan melalui perlakuan pencucian dan penjemuran selama 5 jam. Kain katun yang telah melewati proses mordanting, diuji ketahanan warnanya dengan merendam kain ke dalam larutan deterjen 1% selama 15 menit, lalu diangkat dan dijemur di bawah sinar matahari langsung selama 5 jam mulai pukul 10.00-15.00 WITA. Selanjutnya diukur intensitas warna kain dengan metode pencitraan digital dengan cara yang sama seperti pada proses mordanting.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penggunaan FeCl_3 dari limbah serbuk besi sebagai mordan dalam mengikat zat warna alam ekstrak etanol biji pinang (*Areca catechu L.*). Untuk mencapai tujuan tersebut maka penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahap, antara lain:

Ekstraksi Sampel

Ekstraksi sampel menggunakan metode ekstraksi maserasi. Proses ekstraksi dilakukan dengan merendam 50 g serbuk halus biji pinang ke dalam 250 mL pelarut etanol 70% selama 3x24 jam. Pengadukan dilakukan sehari sekali yang bertujuan membantu sampel dapat kontak langsung dengan pelarut sehingga zat aktifnya dapat terlarut sempurna. Setelah maserasi selama 3 hari, sampel disaring hingga diperoleh filtrat ekstrak etanol biji pinang (*Areca catechu L.*). Ekstrak tersebut dipisahkan dari pelarutnya melalui proses evaporasi pada suhu 40°C. Pemakaian suhu tersebut dimaksudkan untuk mencegah rusaknya senyawa aktif akibat suhu yang terlalu tinggi. Namun, hal ini menyebabkan ekstrak dan pelarut tidak terpisah secara maksimal sehingga dikeringkan pada suhu ruangan. Ekstrak yang diperoleh berwarna merah kecoklatan dengan berat 47,2 gram dan rendemen sebesar 94,4%.

Uji Fitokimia

Uji fitokimia dilakukan untuk mengetahui golongan metabolit sekunder yang terkandung dalam sampel biji pinang. Pada penelitian ini, dilakukan beberapa uji fitokimia yaitu uji tanin, flavonoid, alkaloid, saponin dan terpenoid. Hasil uji dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Uji Fitokimia Ekstrak etanol biji pinang

Uji	Pereaksi	Warna teoritis	Warna pengamatan	Hasil Uji
Tanin	FeCl_3	Hijau kehitaman / biru kehitaman	Hijau Kehitaman	+
Flavonoid	Mg + HCl pekat	Merah /jingga	Jingga	+
Alkaloid	Dragendroff	Jingga / merah	Jingga	+
Saponin	Aquades+HCl pekat	Terbentuknya buih	Berbuih	+
Terpenoid	Lieberman-Burchard	Ungu / merah	Keunguan	+

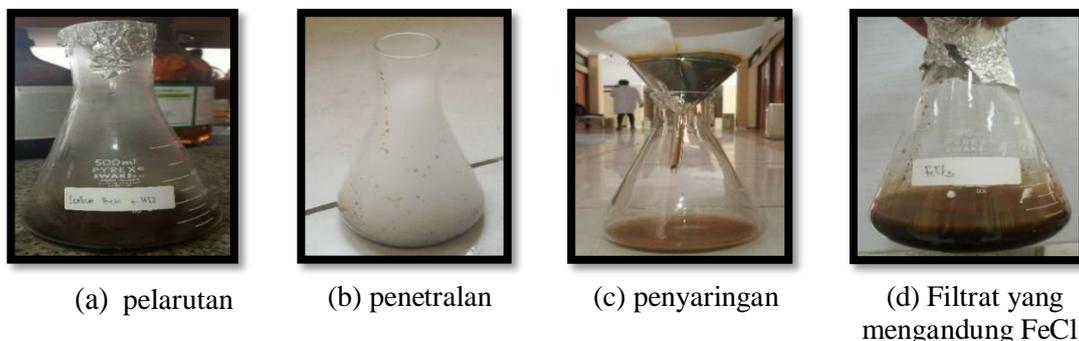
Tanin dan flavonoid yang terkandung dalam ekstrak etanol biji pinang berperan sebagai pigmen warna karena dapat menghasilkan warna merah yang dapat bereaksi dengan mordan.

SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I UNIVERSITAS NUSA CENDANA

Kupang, 31 Maret 2022

Sintesis Besi(III) Klorida

Larutan FeCl_3 disintesis dari 15 gram serbuk besi yang dilarutkan dalam 115 mL HCl pekat dan dipanaskan pada suhu 70°C selama 125 menit hingga sampel larut sempurna. Larutan yang diperoleh bersifat asam karena pelarutan dengan HCl pekat. Oleh karena itu, larutan dinetralkan dengan NH_4OH 5 M. Larutan menjadi netral pada penambahan 100 mL larutan NH_4OH 5 M. Setelah dingin, sampel disaring sampai larutan tidak mengandung endapan lagi. Proses sintesis dan hasil yang diperoleh dapat dilihat pada gambar 2.

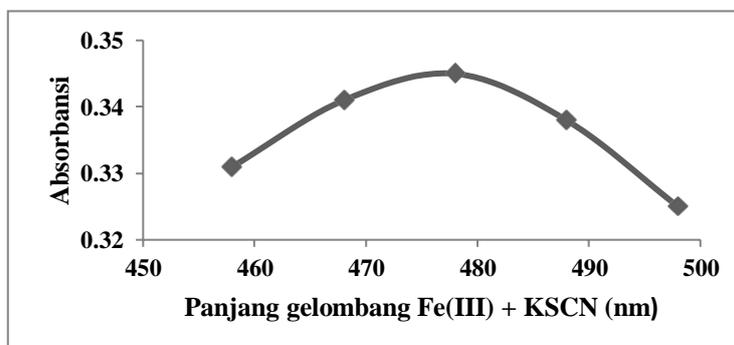


Gambar 2. Sintesis senyawa Fe(III) dari serbuk besi

Gambar 2 menunjukkan bahwa serbuk besi yang disintesis menghasilkan larutan FeCl_3 berwarna kuning. Selanjutnya, diukur konsentrasi larutan FeCl_3 melalui prosedur sebagai berikut:

Penentuan Panjang Gelombang Maksimum

Larutan Fe(III) 100 ppm ditambahkan dengan pengompleks KSCN dan HNO_3 untuk pembentukan senyawa kompleks yang berwarna merah jingga. Larutan kompleks tersebut diukur panjang gelombangnya pada kisaran panjang gelombang 400-520 nm. Hal ini karena kompleks $[\text{Fe}(\text{SCN})_6]^{3-}$ menyerap pada panjang gelombang tersebut. Kurva penentuan panjang gelombang maksimum dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Kurva absorbansi $[\text{Fe}(\text{SCN})_6]^{3-}$ pada panjang gelombang 400-520 nm

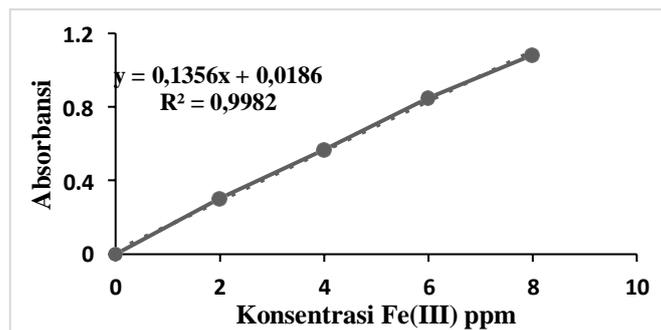
Gambar 3 memperlihatkan bahwa serapan maksimum kompleks $[\text{Fe}(\text{SCN})_6]^{3-}$ terjadi pada panjang gelombang 478 nm dengan absorbansi 0,345.

Pembuatan Kurva Kalibrasi

Kurva kalibrasi dibuat dari pengukuran kompleks $[\text{Fe}(\text{SCN})_6]^{3-}$ pada panjang gelombang maksimum dengan 5 variasi konsentrasi larutan baku Fe(III) 0, 2, 4, 6 dan 8 ppm. Masing-masing larutan standar Fe(III) diperlakukan dengan cara yang sama pada penentuan panjang gelombang maksimum. Larutan yang dihasilkan diukur absorbansinya pada panjang gelombang maksimum. Kurva standar dapat dilihat pada gambar 4.

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA**

Kupang, 31 Maret 2022



Gambar 4. Kurva kalibrasi larutan standar Fe(III)

Dari kurva tersebut diperoleh persamaan regresi yang dinyatakan sebagai $y=bx+a$, dengan y adalah absorbansi, b adalah slope, x adalah konsentrasi dan a adalah intersep. Persamaan regresi yang diperoleh adalah $y=0,1356x+0,0186$ dengan R^2 sebesar 0,9982 dan nilai R sebesar 0,9990 yang menunjukkan bahwa terdapat korelasi yang linier antara konsentrasi dan absorbansi.

Penentuan Konsentrasi Fe(III) dalam sampel

Penentuan konsentrasi Fe(III) dalam sampel dilakukan menggunakan metode spektrofotometer UV-Vis. Dimulai dengan menambahkan KSCN yang berfungsi sebagai reagen pengompleks dan HNO₃ ke dalam sampel. Larutan diukur absorbansinya pada panjang gelombang maksimum 478 nm. Pengukuran dilakukan sebanyak tiga kali agar mendapatkan hasil yang presisi. Hasil analisis menunjukkan konsentrasi Fe(III) dalam sampel yaitu 0,0126%. Hasil pengukuran sampel yang didapatkan dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengukuran sampel

Sampel (FeCl ₃)	Absorbansi	Konsentrasi (ppm)
1	1,297	9,427
2	1,312	9,538
3	1,322	9,612
Rata-rata	1,310	9,525
Konsentrasi Fe		0,0126%

Proses Mordanting

Pada penelitian ini ekstrak etanol biji pinang digunakan sebagai pewarna dengan perbedaan proses mordanting dan Fe(III) sebagai mordan. Proses mordanting bertujuan untuk meningkatkan daya tarik zat warna alam terhadap kain serta menghasilkan ketajaman warna yang baik dan permanen. Setelah proses mordanting, diukur intensitas warna masing-masing kain. Intensitas warna yang diamati yaitu *Blue* karena merupakan warna komplementer dari merah. Hasil dari proses mordanting dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil pewarnaan dan Intensitas warna kain

Teknik Mordanting	Perlakuan (Pewarnaan)		Hasil Warna	Intensitas Warna	
	Sebelum	Sesudah		Sebelum	Sesudah
Tanpa mordan			Light French	222	135
Pre mordanting			Khaki	222	138
Mordan simultan			Brown Sugar	222	77

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA
Kupang, 31 Maret 2022**

Post mordanting			Redwood	222	68
-----------------	---	---	---------	-----	----

Berdasarkan tabel 3 dapat dilihat bahwa kain katun yang diwarnai dengan penambahan mordan memberikan ketajaman warna yang lebih baik dibanding kain katun tanpa penambahan mordan. Hal ini menunjukkan bahwa mordan meningkatkan daya serap zat warna alami oleh serat kain. Diantara ketiga perlakuan pewarnaan kain menggunakan mordan, hasil terbaik diperoleh menggunakan teknik post mordanting. Hasil tersebut ditunjukkan oleh intensitas warna kain katun yang paling tajam dan nilai intensitas warna paling rendah (68). Hal ini dikarenakan kain dicelupkan terlebih dahulu pada zat warna sehingga larutan zat warna terserap lebih besar. Hal ini sesuai dengan pernyataan Djufri (1976:121) bahwa ketajaman warna diperoleh karena zat warna terserap ke dalam kain secara maksimal.

Uji Ketahanan Warna

Penentuan ketahanan warna pada kain katun dimaksudkan untuk mengetahui seberapa stabil zat warna terikat pada kain akibat pencucian dan penjemuran. Uji ini dilakukan melalui dua proses yaitu pencucian dalam deterjen 1% dan penjemuran selama 5 jam (10.00-15.00). Selanjutnya dihitung % kelunturan masing-masing kain. Hasil uji ketahanan warna dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Intensitas dan % kelunturan warna setelah pencucian dan penjemuran

Teknik Mordanting	Perlakuan Uji pencucian dan penjemuran		Hasil Warna	Intensitas Warna		Luntur (%)
	Sebelum	Sesudah		Sebelum	Sesudah	
Pre mordanting			Silver Pink	138	163	15,337 %
Mordan simultan			Gray Beige	77	120	35,883 %
Post mordanting			Beaver	68	107	36,448 %

Berdasarkan tabel di atas, kestabilan warna terhadap uji pencucian dan penjemuran dapat dilihat melalui 2 faktor yakni % kelunturan dan intensitas warna. Berdasarkan % kelunturan, kain katun yang diwarnai tanpa mordan cukup stabil karena hanya 23,295% zat warna yang terlepas. Namun, kain tersebut memiliki nilai intensitas warna paling tinggi (176) dan warna kain paling terang yang menunjukkan bahwa zat warna yang terserap oleh serat kain mudah lepas karena tidak adanya zat pengikat warna. Diantara ketiga perlakuan pewarnaan kain menggunakan mordan, teknik pre mordanting menghasilkan kain dengan kestabilan warna yang baik. Hasil tersebut dibuktikan oleh nilai % kelunturan yang paling kecil (15,337%) dibandingkan teknik lainnya. Namun berdasarkan intensitas warna, teknik post mordanting menghasilkan kain dengan ketahanan warna terbaik. Hasil ini dibuktikan oleh nilai intensitas warna paling rendah (107) dan perubahan warna kain yang tidak signifikan meskipun % kelunturannya paling besar (36,448%). Hal ini dikarenakan pada teknik tersebut kain dicelupkan terlebih dahulu pada zat warna sehingga serat kain menyerap zat warna lebih banyak kemudian dicelupkan ke dalam zat mordan dengan tujuan mengikat zat warna agar tidak mudah luntur.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil yang diperoleh maka dapat disimpulkan bahwa :

SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I UNIVERSITAS NUSA CENDANA

Kupang, 31 Maret 2022

1. Senyawa besi (III) hasil sintesis mampu menguatkan ikatan zat warna alam terhadap serat kain yang berarti FeCl_3 dapat meningkatkan kemampuan mordanting ekstrak biji pinang.
2. Pewarnaan kain dengan teknik post mordanting menghasilkan kain dengan intensitas warna paling rendah (68) atau jumlah zat warna terikat paling tinggi.
3. Uji ketahanan warna menunjukkan bahwa teknik post mordanting menghasilkan warna kain dengan daya tahan paling baik dibuktikan oleh nilai intensitas warna paling rendah (107) dan perubahan warna kain yang tidak signifikan meskipun % keluturannya paling tinggi (36,448%).

Dalam penelitian ini digunakan FeCl_3 yang bersumber dari limbah serbuk besi, sehingga diduga mengandung banyak pengotor yang mempengaruhi kekuatan ikatan zat warna dengan kain. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian dengan menggunakan larutan FeCl_3 murni sebagai mordan. Perlu juga dilakukan optimasi larutan ekstrak etanol biji pinang untuk menentukan suhu ekstrak dan waktu yang sesuai.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Wardani D. K. 2012. *Produktivitas UMKM Batik Sragen*. Surakarta : Universitas Sebelas Maret
- [2] Sutara K. P. 2009. Analisis Kadar Tanin Ekstrak Air dan Ekstrak Etanol pada Biji Pinang Sirih (*Areca catechu L.*). *Jurnal Chemica*.10 (1) : 59-63
- [3] Purnomo, M.A.J. 2004. Zat Pewarna Alam sebagai Alternatif Zat Warna yang Ramah Lingkungan. *Jurnal Seni Rupa STSI Surakarta*, 1(2): 57-61
- [4] Prabawa, I.D.G. P. 2015. Ekstrak Biji Buah Pinang Sebagai Pewarna Alami Pada Kain Sasirangan. *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan*.7 (2).
- [5] Kant, R. 2012. Textile Dyeing Industry an Environmental Hazard. *Open Access journal Natural Science*. 4(1).
- [6] Amalia, R. dan Akhtamimi, I. 2016. Studi Pengaruh Jenis dan Konsentrasi Zat Fiksasi Terhadap Kualitas Warna Kain Batik Dengan Pewarna Alam Limbah Kulit Buah Rambutan (*Nephelium lappaceum*). *Jurnal Dinamika Kerajinan dan Batik*. 33 (2)
- [7] Susanto, S. 1980. *Pengembangan Seni Kerajinan Batik Departemen Perindustrian*. Yogyakarta: BBPPKB. p. 17.
- [8] Vankar, P.S. (2000). *Chemistry of Natural Dyes*. *Resonance*, 5(10), 73-80.
- [9] Manurung M. 2012. Aplikasi Kulit Buah Manggis (*Garcinia Mangostana L.*) Sebagai Pewarna Alami Pada Kain Katun Secara Pre-Mordanting. *Jurnal Kimia*. 6 (2): 183-190
- [10] Rohmawati, T. dan Kusumastuti, A. 2019. Potensi Gulma Babandotan (*Ageratum conyzoides L.*) sebagai Pewarna Alam Kain Katun Primiissima Menggunakan Mordan Jeruk Nipis, Tawas, Kapur Tohor, dan Tunjung. *Jurnal Teknobuga*. 7(2)
- [11] Aladin, A., Syarif, T., Wiyani, L., dan Rasyid, R. 2010. Pengolahan Serbuk Limbah Besi Menjadi Besi (III) : Tinjauan Kinetika Model Quasi Steady State. *Jurnal Reaktor*. 13 (2) : 74-80
- [12] Bahri. S dan Irawan. D. A. S. (2010). Pengaruh Limbah Serbuk Besi Sebagai Pengganti Sejumlah Agregat Halus Terhadap Campuran Aspal. *Inersia*. *Jurnal Teknik Sipil*. 1(2), 25-32)
- [13] Fansuri dan Diana. A. I. N. 2020. Pengaruh Kuat Tekan Beton Dengan Menggunakan Limbah Serbuk Besi Sebagai Admixture Agregat Halus. *Jurnal MITSU*. 8(1)

RAKSINASI KARANG LUNAK EKSTRAK METANOL SARCOPHYTON SP. MENGGUNAKAN METODE VACUUM LIQUID CHROMATOGRAPHY

Zelia Maria Eduarda Martins, Antonius R. B. Ola, Philip De Rozari, Luther Kadang
Jurusan Kimia, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Jl. Adisucipto,
Kota Kupang, 85001, Indonesia
E-mail: zeli martins914@gmail.com

Abstrak

Sarcophyton sp. adalah salah satu jenis karang lunak yang menghasilkan senyawa kimia alami dan dikenal dengan istilah natural produk yang berpotensi sebagai sumber obat alami. Karang lunak Sarcophyton sp., menunjukkan aktivitas sebagai antimikroba, antibakteri, antifungi, antitumor, antiinflamatori, dan neurotoksik yang bermanfaat bagi industri farmasi. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi senyawa metabolit sekunder fraksi vacuum liquid chromatography. Sampel diekstraksi dengan cara maserasi menggunakan pelarut metanol. Ekstrak yang diperoleh diuji kromatografi lapis tipis dengan penampak noda 20% H₂SO₄ yang menunjukkan warna merah atau ungu menandakan adanya senyawa terpenoid dalam ekstrak metanol karang lunak Sarcophyton sp. kemudian difraksinasi dengan metode vacuum liquid chromatography dengan menggunakan pelarut n-heksana, diklometana, etil asetat, dan metanol. Pemisahan dengan metode vacuum liquid chromatography menghasilkan 10 fraksi. Selanjutnya dilakukan uji kromatografi lapis tipis dan hasil penelitian menunjukkan bahwa fraksi etil asetat karang lunak Sarcophyton sp. mengandung senyawa terpenoid yang ditandai dengan bercak berwarna merah atau ungu.

Kata kunci: *Sarcophyton sp.*; *cembranoid*; *kromatografi cair vakum*

Abstract

[**Title: Fractination of Soft Coral Methanol Extract of Sarcophyton sp. using the Vacuum Liquid Chromatography**] Sarcophyton sp., is a type of soft coral that produce natural chemical compounds known as natural products that have the potential as a source of natural medicine. Soft coral Sarcophyton sp., showed activity as antimicrobial, antibacterial, antifungal, antitumor, anti-inflammatory, and neurotoxic which are beneficial for the pharmaceutical industry. The purpose of this study was to identify secondary metabolites of the vacuum liquid chromatography fraction. Samples were extracted by maceration using methanol as solvent. The extract obtained was tested by thin layer chromatography with the appearance of 20% H₂SO₄ stains showing a red or purple color indicating the presence of terpenoid compounds. Then fractionated by vacuum liquid chromatography using n-hexane, dichloromethane, ethyl acetate, and methanol as solvents. Separation by vacuum liquid chromatography produces 10 fractions. Subsequently, thin layer chromatography was performed and the results showed that the soft coral fraction of sarcophyton sp. contained terpenoid compounds which are marked with red or purple spots.

Keywords: *Sarcophyton sp.*; *cembranoids*; *vacuum liquid chromatography*

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di dunia dengan pantai sepanjang 81.000 km yang kaya akan terumbu karang dan biota laut lainnya [1]. Dari hasil temuan terakhir Ofwegen [2] diketahui bahwa perairan dangkal di Kepulauan Indonesia, Filipina, Papua Nugini merupakan perairan dengan jumlah jenis karang lunak terbanyak. Perairan ini disebut sebagai pusat keanekaragaman spesies karang lunak di dunia. Hingga kini, sejumlah 90 genus yang mewakili 23 famili karang lunak telah berhasil dikumpulkan dan diidentifikasi dari perairan tropis Indo-Pasifik [3]. Karang lunak yang ada di Indonesia didominasi berturut-turut oleh genus *Sinularia*, *Sarcophyton*, *Lobophytum* dan *Nephthea* [4].

Secara alamiah, sebaran karang tertinggi dijumpai di bagian tengah Indonesia dan timur Indonesia, seperti di perairan sekitar Sulawesi, Maluku, bagian barat Papua dan Nusa Tenggara [5]. Nusa Tenggara Timur (NTT) mempunyai kondisi geografis sebagai provinsi berkepulauan dengan

SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I UNIVERSITAS NUSA CENDANA

Kupang, 31 Maret 2022

luas wilayah daratan 47.349 km² dan luas perairan ± 200.000 km² yang tersebar di 674 pulau [6]. Munasik *et al.*, [7] telah melakukan penelitian tentang kondisi tutupan karang di sepanjang lintasan *survey* di Taman Nasional Perairan (TNP) Laut Sawu Provinsi Nusa Tenggara Timur. TNP Laut Sawu ini mencakup Wilayah Kabupaten Rote Ndao, Kabupaten Sabu Raijua, Kabupaten Sumba Timur, Kabupaten Sumba Tengah, Kabupaten Sumba Barat Daya, Kabupaten Manggarai, Kabupaten Manggarai Barat, Kabupaten Kupang dan Kota Kupang. Hasil penelitian menunjukkan tutupan karang di kota kupang 80% didominasi oleh karang mati dan 20% merupakan terumbu karang dan karang lunak. Karang lunak didominasi oleh spesies *Sarcophyton sp.* dan *Lobophytum sp.*

Sarcophyton sp. adalah salah satu jenis karang lunak yang menghasilkan senyawa kimia alami dan dikenal dengan istilah natural produk yang berpotensi sebagai sumber obat alami. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Sawant *et al.*, [8] menyatakan bahwa senyawa bioaktif yang terdapat pada karang lunak *Sarcophyton sp.* menunjukkan aktivitas sebagai antimikroba, antibakteri, antifungi, antitumor, antiinflamatori, dan neurotoksik yang bermanfaat bagi industri farmasi.

Senyawa bioaktif yang terdapat pada *Sarcophyton sp.* adalah *cembranoid*. *Cembranoid* adalah salah satu kelas dari diterpenes yang memiliki 14 kerangka cincin. Senyawa tipe cembranoid telah ditemukan sebagai konstituen yang paling penting dalam *coelenterata* laut. Fungsi dari *cembranoid* inilah yang mendasari metabolomik penanda kimia menggunakan senyawa tersebut pada pengkajian lingkungan terumbu karang [9]. Banyak *cembranoid* telah diisolasi dari *octocoral* (*Alcyonaceae*) dari genus *Sinularia sp.*, *Lobophytum sp.*, *Sarcophyton sp.*, dan *Pachyclavularia*.

METODE

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari 2022 sampai Maret 2022 di Laboratorium Riset Terpadu Universitas Nusa Cendana.

Alat dan Bahan

Bahan-bahan yang digunakan adalah karang lunak *Sarcophyton sp.*, metanol, n-heksana, diklorometana, etil asetat, 20% H₂SO₄ dalam metanol, dan silika G60. Sedangkan alat-alat yang digunakan yaitu erlenmeyer, gelas kimia, gelas ukur, pipet tetes, neraca analitik, aluminium foil, kertassaring, tissue, batang pengaduk, peralatan vakum cair kromatografi, dan *rotary evaporator*.

Pengambilan dan Preparasi Sampel

Sampel karang lunak *Sarcophyton sp.* diambil di Pantai Uibua, Desa Uiasa, Kecamatan Semau. Sampel difoto kemudian diambil dan dimasukkan kedalam kantong plastik. Kemudian sampel dicuci lalu dipotong kecil-kecil. Sampel dicuci kembali lalu dikeringanginkan setelah itu diblender.

Ekstraksi

Sampel karang lunak *Sarcophyton sp.* diekstraksi dengan cara maserasi. Sebanyak 356,9 gram karang lunak *Sarcophyton sp.* direndam dengan 600 mL metanol selama 3×24 jam pada suhu ruang. Sampel yang direndam kemudian disaring dengan menggunakan kertas saring sehingga menghasilkan filtrat 1 dan residu 1. Kemudian residu 1 ditambah dengan 600 mL metanol, ditutup dengan aluminium foil dan dibiarkan selama 3×24 jam pada suhu ruang. Sampel tersebut disaring dan menghasilkan filtrat 2 dan residu 2. Setelah itu, dilakukan evaporasi menggunakan *rotary evaporator* dengan suhu 40 °C sehingga didapat ekstrak metanol karang lunak *Sarcophyton sp.* Kemudian ditimbang menggunakan neraca analitik, diperoleh ekstrak metanol sampel sebanyak 1,58 gram dan 1 gram. Setelah itu, dihitung persentase rendemen dengan rumus [10]:

$$\text{Jumlah rendemen} = \frac{\text{Berat ekstrak (g)}}{\text{Berat simplisia (g)}} \times 100\% \quad (1)$$

Fraksinasi

Ekstrak kental metanol dianalisis menggunakan KLT dengan kombinasi pelarut yang memiliki tingkat kepolaran yang berbeda. Hasil analisis KLT dengan pemisahan terbaik digunakan sebagai eluen pada proses VLC. Sebelum dilakukan proses pemisahan dengan VLC, sampel diimpregnasi terlebih dahulu menggunakan silika gel. Sebanyak 3.240 gram ekstrak metanol diimpregnasi dengan silika gel sebanyak 10 gram kemudian digerus hingga homogen dan kering. Selanjutnya sampel dimasukkan pada bagian atas kolom yang disebar secara merata lalu diletakkan kertas saring di atasnya. Kemudian dihidupkan alat vakum untuk memperoleh kerapatan yang maksimum. Setelah

SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I UNIVERSITAS NUSA CENDANA

Kupang, 31 Maret 2022

itu, dilakukan elusi dari 100% heksana, 25% CH₂Cl₂/heksana, 50% CH₂Cl₂/heksana, 100% CH₂Cl₂, 10% EtOAc/CH₂Cl₂, 20% EtOAc/CH₂Cl₂, 50% EtOAc/CH₂Cl₂, 100% EtOAc, 10% MeOH/CH₂Cl₂ dan 100% MeOH. Eluat hasil pemisahan ditampung dalam erlenmeyer yang kemudian dipisahkan dengan alat *rotary evaporator* [11]. Fraksi-fraksi dilakukan analisis pola pemisahan dan sebaran komponen senyawa menggunakan metode KLT. Kromatogram dikeringkan dan disemprot dengan larutan 20% H₂SO₄ dalam metanol.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ekstraksi dan Fraksinasi

Sebelum sampel diekstraksi, sampel dicuci untuk membersihkan sampel dari kotoran yang melekat pada karang lunak. Kemudian sampel dipotong kecil-kecil karena semakin kecil ukuran sampel maka interaksi sampel dengan pelarut semakin besar. Setelah itu, sampel dikeringanginkan untuk menghindari pembusukan dan pertumbuhan jamur pada sampel yang dapat merubah kandungan senyawa kimia yang ada di dalamnya. Proses penjemuran tidak boleh di bawah sinar matahari langsung karena dapat mengakibatkan senyawa-senyawa kimia yang terkandung di dalamnya teroksidasi dan mengubah kandungan dari senyawa-senyawa tersebut [12]. Setelah sampel kering diblender dan ditimbang sebanyak 356.9 gram.

Ekstraksi karang lunak dilakukan dengan cara maserasi. Penggunaan metode maserasi didasarkan pada praktisnya pengerjaan dan alat yang digunakan sederhana dan mudah. Maserasi dilakukan dengan cara merendam serbuk simplisia dalam cairan penyari. Cairan penyari akan menembus dinding sel dan masuk dalam rongga sel yang mengandung zat aktif akan larut dan karena adanya perbedaan konsentrasi antara larutan zat aktif di dalam sel dengan yang di luar sel, maka larutan yang pekat akan terdesak keluar. Peristiwa tersebut berulang sehingga terjadi keseimbangan antara larutan di luar sel dan di dalam sel [12]. Keuntungan lain metode maserasi adalah tidak dipanaskan, sehingga bahan alam tidak menjaditerurai. Ekstraksi dengan cara dingin memungkinkan beberapa senyawa memiliki kelarutan terbatas dalam pelarut ekstraksi pada suhu kamar [10]. Agar senyawa kimia di dalam sampel dapat terekstrak secara menyeluruh maka dilakukan remaserasi.

Pelarut yang digunakan adalah metanol. Pemilihan metanol sebagai pelarut, karena memiliki tetapan dielektrik 33, tetapan dielektrik metanol ini lebih rendah daripada air yang memiliki tetapan dielektrik 80. Tetapan dielektrik menunjukkan derajat kepolaran. Kepolaran yang lebih rendah dari pelarut air bermanfaat untuk melarutkan semua zat, baik bersifat polar maupun semipolar. Menurut Salamah & Widyasari [13] metanol merupakan pelarut universal yang memiliki gugus polar (-OH) dan gugus nonpolar (-CH₃) sehingga dapat menarik senyawa-senyawa yang bersifat polar dan nonpolar. Proses maserasi dengan metanol dilakukan selama 3 × 24 jam. Hal ini bertujuan untuk memaksimalkan proses pengambilan senyawa-senyawa kimia yang terdapat pada sampel. Selama proses perendaman, sampel disimpan dalam wadah yang tertutup dan terlindung dari cahaya langsung yang bertujuan untuk mencegah reaksi katalisis cahaya ataupun perubahan warna [12]. Ekstrak metanol yang diperoleh kemudian disaring, dan diperoleh ekstrak kasar metanol kemudian ekstrak kasar dipisahkan menggunakan *rotary evaporator* sehingga diperoleh ekstrak kental (ekstrak metanol). Ekstrak metanol yang diperoleh selanjutnya ditimbang dan diperoleh berat ekstrak metanol sebesar 1.66 gram dan 1 gram.

Tabel 1. Rendemen ekstrak metanol karang lunak *Sarcophyton sp.*

<u>Sampel</u>	<u>Rendemen%</u>
Maserasi	0.44
Remaserasi	0.6
<u>Total</u>	<u>0.45</u>

Untuk mengetahui berapa persen zat yang terekstrak dari sampel maka dihitung persentase rendemen dari ekstrak. Hal ini juga berkaitan dengan berapa banyak kandungan bioaktif yang dikandungnya, karena semakin besar rendemennya dapat diasumsikan banyaknya kandungan senyawa bioaktif yang terdapat pada sampel tersebut. Hal ini sesuai dengan yang dilaporkan oleh Nurhayati & Aryanti [14] bahwa nilai rendemen yang tinggi menunjukkan banyaknya komponen bioaktif yang

SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I UNIVERSITAS NUSA CENDANA

Kupang, 31 Maret 2022

terkandung di dalam ekstrak tersebut. Untuk ekstrak metanol hasil maserasi didapatkan rendemen sebesar 0,44% dan untuk ekstrak metanol hasil remaserasi diperoleh rendemen sebesar 0,46% dengan warna coklat. Nilai tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu, jenis pelarut, konsentrasi pelarut, ukuran partikel simplisia, dan lamanya waktu ekstraksi. Ekstrak yang diperoleh dipisahkan dengan metode KLT.



Gambar
EtOAc:DCM (1:9) (E) EtOAc:DCM (2:8) (F) EtOAc:DCM (1:1) (G) 100% EtOAc (H)
MeOH:DCM (1:9) (I) 100% MeOH (D) CM (D)

Fraksinasi

Fraksinasi bertujuan untuk memisahkan dan memurnikan kandungan tertentu yang terdapat dalam sampel berdasarkan perbedaan kepolaran. Pada penelitian ini fraksinasi dilakukan dengan metode *vacuum liquid chromatography* (VLC). VLC bertujuan untuk memisahkan senyawa-senyawa di dalam ekstrak. Pemisahan dengan metode VLC menggunakan alat berupa pompa vakum untuk mempercepat laju eluen, kolom dielusikan dengan campuran pelarut yang cocok, mulai dengan pelarut kepolaran rendah kemudian ditingkatkan perlahan-lahan. Proses pemisahan menggunakan VLC diawali dengan impregnasi sampel terlebih dahulu, impregnasi merupakan proses pengadsorpsi sampel ke silika gel. Hal ini dilakukan agar senyawa dapat terikat kuat dalam silika (fasa diam) sehingga hanya dengan pelarut yang sesuai saja senyawa dapat terelusi. Proses pengisian kolom dengan silika harus merata dengan tujuan agar tidak merusak batas-batas pita kromatografi yang disebabkan oleh adanya gelembung udara yang masuk. Setelah silika gel sudah dimasukkan, ekstrak sebanyak 14.35 gram yang sudah diimpregnasi juga dimasukkan dalam kolom VLC. Elusi dilakukan dengan mengalirkan beberapa pelarut, dimulai dari 100% heksana, 25% CH₂Cl₂/heksana, 50% CH₂Cl₂/heksana, 100% CH₂Cl₂, 10% EtOAc/CH₂Cl₂, 20% EtOAc/CH₂Cl₂, 50% EtOAc/CH₂Cl₂, 100% EtOAc, 10% MeOH/ CH₂Cl₂ dan 100% MeOH. Sampel tersebut bermigrasi terhadap fase gerak dengan cepat karena berada ada dalam suasana vakum. Dari hasil VLC tersebut didapatkan 10 fraksi yang selanjutnya dianalisis dengan KLT untuk melihat profil kromatografinya.



(a) (b) (c)



(d) (e) (f)

SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA
Kupang, 31 Maret 2022

Gambar 2. Eluen (a) 100% EtOAc (b) EtOAc:DCM (1:1) (c) 100% DCM
 (d) MeOH:DCM(1:9) (e) EtOAc:N-heksan (9:1) (f) EtOAc:DCM (4:6)

Tabel 2. Nilai Rf Fraksi-Fraksi *Vacuum Liquid Chromatography*

Fraksi	Eluen					
	100% EtOAc	EtOAc:D CM(1:1)	100% DCM	MeOH:D CM(1:9)	EtOAc:N- 95heksan (9:1)	OAc:DCM (4:6)
(A) 100% N- heksan	-	-	-	-	-	-
(B) 25% DCM: N- heksan	0.9	0.94	-	-	0.96	0.95
(C) 50% DCM: N- heksan	0.9	0.94	-	-	0.96	0.95
(D) 100% DCM	-	0.94	-	-	0.96	0.95
(E) 10% EtOAc:DCM	0.92	0.89	0.73	-	0.	0.92
(F) 20% EtOAc:DCM	0.92	0.85	0.08; 0.23; 0.43; 0.62; 0.74	-	0.95	0.91
(G) 50% EtOAc:DCM	0.92	0.85	0.12; 0.42	-	0.95	0.91
(H) 100% EtOAc	0.91	0.48; 0.9	0.17	0.92	0.89	0.87
(I) 10% MeOH:DCM	0.91	0.47; 0.9	-	0.92	0.87	-
(J) 100% MeOH	0.91	0.89	-	0.92	0.87	0.9

Noda-noda kromatogram tiap-tiap komponen yang terpisah dengan baik akan tampak sebagai noda yang bulat dan harga Rf yang sama pada KLT yang sama kemungkinan merupakan zat yang sama [15]. Hasil uji KLT menunjukkan bahwa fraksi B1 dan C1 memiliki noda yang sama dengan nilai Rf yang sama yaitu 0.9; fraksi E1, F1, dan G1 memiliki noda yang sama dengan nilai Rf yaitu 0.92; fraksi H1, I1, dan J1 memiliki noda yang sama dengan nilai Rf 0.91; fraksi B2, C2 dan D2 memiliki noda yang sama dengan nilai Rf yang sama yaitu 0.94; fraksi E2, F2, dan G2 memiliki noda yang sama dengan nilai Rf yaitu 0.85; fraksi H2, dan I2 memiliki noda yang sama dengan nilai Rf 0.9; fraksi E5, F5, dan G5 memiliki noda yang sama dengan nilai Rf yaitu 0.95; fraksi B6, C6 dan D6 memiliki noda yang sama dengan nilai Rf yang sama yaitu 0.95; fraksi E6, F6, dan G6 memiliki noda yang sama dengan nilai Rf yaitu 0.91. Hasil pemisahan golongan senyawa terpenoid pada fraksi-fraksi VLC dengan eluen 100% etil asetat menghasilkan pemisahan yang baik dengan noda yang jelas pada fraksi B1-J1 dengan noda berwarna ungu; dengan eluen etil asetat : diklorometan (1:1) menghasilkan pemisahan dengan noda yang jelas pada fraksi B2-G2 dengan noda berwarna ungu muda; dengan eluen etil asetat : n-heksan(9:1) menghasilkan pemisahan dengan noda yang jelas pada fraksi E5-H5 dengan noda berwarna ungu muda; dengan eluen etil asetat : diklorometan (4:6) menghasilkan pemisahan dengan noda yang jelas pada fraksi B6-G6 dengan noda berwarna ungu muda. Pemisahan senyawa terpenoid dengan eluen 100% DCM dan eluen metanol: diklorometan, menunjukkan hasil pemisahan kurang baik.

SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I UNIVERSITAS NUSA CENDANA

Kupang, 31 Maret 2022

Senyawa terpenoid cenderung bersifat non polar sehingga dapat terpisah dengan baik pada eluen yang memiliki kepolaran sama. Dugaan senyawa terpenoid adalah noda dengan warna ungu, merah sampai merah keunguan. Menurut Sharifa *et al.*, [16] senyawa terpenoid akan membentuk warna merah muda hingga ungu atau violet setelah disemprot dengan H₂SO₄ 10% dan dipanaskan. Menurut Sammarco *et al.*, [17], terpenoid merupakan senyawa kimia yang memiliki aroma atau bau yang harum. Senyawa terpen dapat digunakan dalam bidang farmasi sebagai antibiotika, antijamur, dan senyawa antitumor. Kegunaan senyawa terpen bagi karang lunak itu sendiri adalah sebagai penangkal terhadap serangan predator, media untuk memperebutkan ruang lingkup, dan membantu proses reproduksi.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Hasil analisis uji kualitatif dengan kromatografi lapis tipis menunjukkan bahwa fraksi etil asetat *Sarcophyton sp.* menunjukkan hasil positif untuk senyawa terpenoid yang ditandai dengan adanya nodaberwarna ungu.

Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terkait analisis senyawa terpenoid dengan metode lain.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Dr. Rer.nat. Antonius R. Basa Ola, S.Si., M.Sc, Bapak Philipi De Rozari, S.Si., M.Si., M.Sc., Ph.D, Bapak Luther Kadang, S.Tp., M.Si yang telah memberikan banyak masukan dan bantuan selama penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dahuri, R., 2001. Kebutuhan Riset untuk Mendukung Implementasi Pengelolaan Sumber Daya Pesisir dan Lautan Secara Terpadu. *Journal Pesisir dan Lautan (Indonesian Journal of Coastal and Marine Resources*, Volume 1(2), pp. 61-77.
- [2] Ofwegen, L. v., 2000. Status of Knowledge of the Indo-Pacific Soft Coral Genus *Sinularia* May, 1898 (Anthozoa: Octocorallia). *Proceedings 9th International Coral Reef Symposium, Bali, Indonesia*, Volume 1, pp. 23-27.
- [3] Fabricus, K. & Alderslade, P., 2001. *Soft Coral and Sea Fans. A Comprehensive Guide to the Tropical Shallow-Water Genera of the Central-West Pacific, the Indian Ocean and the Red Sea*. Townsville: AIMS Publisher.
- [4] Manuputty, A. E. W., 2016. Karang Lunak (Octocorallia: Alcyonacea) di Perairan Biak Timur. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*, Volume 1 (2), pp. 47-59.
- [5] Giyanto, *et al.*, 2017. *Status Terumbu Karang Indonesia 2017*. Jakarta: Puslit Oseanografi - LIPI.
- [6] Ndeo, N. M., Nguru, A. H. L. & Man, B. V. P., 2017. Analisis Gempa Bumi dan Tsunami Tahun 2017.
- [7] Munasik, *et al.*, 2011. *Kondisi Terumbu Karang di Taman Nasional Perairan Laut Sawu Provinsi Nusa Tenggara Timur*. s.l.:The Nature Conservancy Savu Project.
- [8] Sawant, S. *et al.*, 2006. Anticancer and Anti-inflammatory Sulfur-Containing Semisynthetic Derivatives of Sarcophine. *Chem. Pharm. Bull*, Volume 54 (8), pp. 1119-1123.
- [9] Bell, J. D. & Galzin, R., 1984. Influence of live coral cover on coral-reef fish communities. *Mar. Ecol. Prog. Ser*, Volume 15, pp. 265-274.
- [10] Mawarda, A., Samsul, E. & Sastyarina, Y., 2020. Pengaruh Berbagai Metode Ekstraksi dari Ekstrak Etanol Umbi Bawang Tiwai (*Eleutherine americana* Merr) terhadap Rendemen Ekstrak dan Profil Kromatografi Lapis Tipis. *Proc. Mul. Pharm. Conf. 2020*, pp. 2614-4778.
- [11] Ola, A. R. B., Babey, A. M., Motti, C. & Bowden, B. F., 2010. Aplysol C-E, Brominated Triterpene Polyethers from the Marine Alga *Chondria armata* and a Revision of the Structure of Aplysol B. *Aust. J. Chem*, Volume 63, pp. 907-914.
- [12] Indarto, Narulita, W., Anggoro, B. S. & Novitasari, A., 2019. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Daun Binahong Terhadap *Propionibacterium Acnes*. *Biosfer: Jurnal Tadris Biologi*, Volume

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA
Kupang, 31 Maret 2022**

- 10, pp. 67-78.
- [13] Salamah, N. & Widyasari, E., 2015. Aktivitas antioksidan ekstrak metanol daun kelengkeng (*Euphoria longan* (L) Steud.) dengan metode penangkapan radikal 2,2'-difenil-1-pikrilhidrazil. *Pharmaciana*, Volume 5 (1), pp. 25-34.
- [14] Nurhayati, T. & Aryanti, D., 2009. Kajian Awal Potensi Ekstrak Spons Sebagai Antioksidan. *Jurnal Kelautan Nasional*, Volume 2 (2), pp. 43-51.
- [15] Mulja, M. & Suharman, 1995. Analisis Instrumental. *Surabaya Airlangga University Press*, pp. 24-30; 224.
- [16] Sharifa, A. A. *et al.*, 2012. Anti-Urolithiatic Terpenoid Compound from *Plantago major* Linn. (Ekor Anjing). *Sains Malaysiana*, Volume 41 (1), pp. 33-39.
- [17] Sammarco, P. W., Coll, J. C., Barre, S. L. & Willis, B., 1983. Competitive Strategies of Soft Coral (Coelenterata: Octocorallia): Allelopathic Effects on Selected Scleractinian Corals. *Coral Reefs*, Volume 1, pp. 173-178.

PEMANFAATAN ARANG AKTIF TEMPURUNG KENARI (*Canarium vulgare leenh*) TERAKTIVASI HCl SEBAGAI ADSORBEN SENYAWA FOSFAT PADA LIMBAH DOMESTIK

Yolanda S. Mayar, Titus Lapailaka

*Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Jl. Adi Sucipto,
Penfui, Kupang-NTT, 85001, Indonesia
E-mail: t_lapailaka@staf.undana.ac.id*

Abstrak

Telah dilakukan penelitian tentang pemanfaatan arang tempurung kenari teraktivasi HCl sebagai adsorben senyawa fosfat pada limbah domestik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi dari aktivator larutan HCl pada arang tempurung kenari dalam mengadsorpsi fosfat pada limbah domestik. Dalam penelitian ini menggunakan variasi konsentrasi HCl 1, 2, 3, 4 dan 5 M. Hasil penelitian menunjukkan Semakin tinggi konsentrasi aktivator HCl maka semakin tinggi pula daya adsorpsi arang aktif tempurung kenari (*Canarium vulgare leenh*) yang ditunjukkan dengan nilai kadar fosfat yang teradsorpsi dan persentase fosfat yang teradsorpsi pada konsentrasi aktivator HCl 5 M yaitu 2,332 mg/L dan 94,6%. Arang aktif tempurung kenari (*Canarium vulgare leenh*) yang diperoleh memiliki karakteristik hampir mendekati standar mutu SNI 06-3730-1995 antara lain kadar air 9,5%, kadar abu 5,4% dan luas permukaan 27,26 m²/g.. Waktu kontak optimum untuk adsorpsi ion fosfat (PO₄)³⁻ adalah 30 menit.

Kata Kunci: *Tempurung kenari, Arang aktif, dan Ion fosfat (PO₄)³⁻*

PENDAHULUAN

Limbah cair domestik merupakan salah satu bahan sisa dari aktivitas manusia yang dihasilkan sepanjang waktu. Bahan sisa yang berasal dari rumah tangga tersebut berupa air yang telah digunakan yaitu meliputi air buangan dari kamar mandi, WC, tempat cuci atau tempat memasak. Pada awalnya bahan sisa tersebut tidak menimbulkan masalah karena lingkungan masih mampu menetralkannya secara alami. Seiring dengan pertambahan jumlah penduduk menyebabkan volume dan jenis kandungan limbah cair yang dihasilkan semakin besar dan menyebabkan kemampuan lingkungan untuk menetralkan semakin menurun, sehingga limbah cair domestik menimbulkan berbagai masalah, baik terhadap manusia maupun lingkungan itu sendiri, diantaranya dapat mencemari tanah dan merusak ekosistem air. Pengolahan limbah cair domestik dapat dilakukan dengan berbagai cara, salah satu metode yang murah adalah menggunakan adsorben arang aktif. Arang aktif merupakan arang yang dihasilkan dari proses aktivasi untuk meningkatkan daya serap terhadap zat tertentu sebagai target. Arang aktif dapat dibuat dari limbah bagian tumbuhan yang tidak digunakan oleh manusia seperti sabut kelapa, tempurung kelapa, tempurung kemiri, tongkol jagung, sabut lontar dan lain-lain.

Salah satu bahan yang bisa dibuat sebagai arang aktif adalah tempurung kenari. Tempurung kenari merupakan bagian dari buah kenari yang tidak dimanfaatkan oleh masyarakat dan dibuang sebagai limbah. Tempurung kenari juga memiliki struktur yang keras. Berdasarkan uraian di atas maka telah dilakukan penelitian Pemanfaatan Arang Aktif Tempurung Kenari (*Canarium vulgare leenh*) Teraktivasi HCl Sebagai Adsorben Senyawa Fosfat Pada Limbah Domestik

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah arang aktif dari tempurung kenari, limbah domestik diambil dari perumahan Liliba, kertas saring, HCl 1 M, 2 M, 3 M, 4 M, dan 5 M, Metilen Biru, Aquades, Ammonium Molibdat, KH₂PO₄, Asam Askorbat, Kalium Antimol Tartrat dan Asam Sulfat 2,5 M.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah spektrofotometer UV-Vis, oven, tanur, mortal, timbangan digital, stirrer, batang magnet, erlenmeyer 100 ml, gelas beaker 100 ml, corong, pengaduk, ayakan 60 mesh, pipet tetes, pipet volume, bola karet, gelas ukur, kuvet, pH meter universal, labu ukur 100 ml, labu ukur 50 ml dan cawan porselin.

Prosedur Kerja

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA
Kupang, 31 Maret 2022**

Preparasi arang tempurung kenari (*Canarium vulgare leenh*)

Tempurung kenari (*Canarium vulgare leenh*) dibersihkan dari kotoran, dibakar dalam tungku pengarang dan dilakukan proses karbonisasi pada tanur dengan suhu 500 °C selama 2 jam. Kemudian digerus dan diayak menggunakan ayakan 60 mesh.

Aktivasi arang dengan HCl

10 g arang aktif yang telah diayak direndam dalam larutan HCl dengan konsentrasi 1 M, 2 M, 3 M, 4 M dan 5 M, diaduk selama ± 24 jam kemudian didekantasi dan dicuci dengan aquades sampai bebas klorida. Selanjutnya, dikeringkan dalam oven pada suhu 110 °C selama ± 2 [1].

Karakteristik Arang Aktif Tempurung Kenari

Penentuan kadar air arang aktif

Arang aktif ditimbang 1 g kemudian dikeringkan pada oven 105 °C selama 3 jam. didinginkan dalam destikator dan ditimbang. Kadar air dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{\text{Berat awal} - \text{Berat akhir}}{\text{Berat awal}} \times 100\% \quad (1)$$

Penentuan kadar abu arang aktif

Arang aktif ditimbang 1 g lalu dimasukkan dalam tanur dan dikalsinasi pada temperatur 500 °C. Setelah 120 menit didinginkan dalam desikator dan ditimbang. Kadar abu dihitung dengan rumus :

$$\text{Kadar abu (\%)} = \frac{\text{Berat abu}}{\text{Berat sampel}} \times 100\% \quad (2)$$

Penentuan luas permukaan arang aktif

Metilen biru 2 ppm diukur pada panjang gelombang 500-700 nm. Kemudian dibuat kurva standar metilen biru dengan variasi konsentrasi 2, 3, 4 dan 5 ppm pada panjang gelombang maksimum. Sebanyak 0,1 gram arang aktif di campur dengan 15 ml larutan metilen biru 50 ppm dan dilakukan pengadukan dengan variasi waktu (20, 30, dan 40 menit). Campuran disaring, diukur adsorbansinya. Konsentrasi metilen biru teradsorpsi yang digunakan untuk menghitung luas permukaan arang aktif,

Pengukuran pH

Sebanyak 5 mL sampel limbah domestik diukur dan dicatat nilai pH yang diperoleh. Kemudian dilakukan perlakuan yang sama untuk limbah domestik setelah diadsorpsi dengan arang aktif tempurung kenari.

Penentuan Kadar Ion Fosfat dengan Spektrofotometer UV-Vis

Pembuatan Amonium Molibdat

Ditimbang 4 gr amonium molibdat dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL, lalu diencerkan dengan aquades.

Pembuatan Asam Askorbat 0,1 M

Ditimbang 0,88 gr asam askorbat dimasukkan ke dalam labu ukur 50 mL, lalu diencerkan dengan aquades.

Pembuatan Kalium Antimol Tartrat

Ditimbang 0,132 gr kalium antimol tartrat dimasukkan ke dalam labu ukur 50 mL, lalu diencerkan dengan aquades.

Pembuatan Asam Sulfat 2,5 M

Diukur 14 mL asam sulfat dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL, lalu diencerkan dengan aquades.

Dicampurkan secara berturut-turut 15 mL amonium molibdat, 30 mL asam askorbat, 5 mL kalium antimol tartrat dan 50 mL asam sulfat.

Pembuatan Larutan Induk Fosfat 500 ppm

Ditimbang 0,11 gr Kalium Dihidrogen Fosfat dimasukkan ke dalam labu ukur 50 mL, kemudian diencerkan. Selanjutnya membuat larutan baku fosfat 100 ppm, diambil 20 mL larutan induk 500 ppm diencerkan pada labu ukur 100 mL.

Pembuatan Kurva Kalibrasi Ion Fosfat

Untuk menentukan kurva kalibrasi ion fosfat, dilakukan dengan mengukur pada panjang gelombang 800-900 nm dengan variasi konsentrasi kadar fosfat 0,2, 0,4, 0,6, dan 0,8 ppm. Kemudian

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA
Kupang, 31 Maret 2022**

diambil masing-masing 10 mL larutan standar tersebut ke dalam erlenmeyer. Kemudian ditambahkan 10 mL reagen dan dihomogenkan lalu diukur absorbansinya.

Prosedur Analisis

Sampel limbah domestik diambil sebanyak 50 mL dimasukkan ke dalam erlenmeyer. Kemudian ditambahkan 10 mL reagen dan dihomogenkan lalu diukur absorbansinya.

Penentuan waktu kontak optimum adsorben teraktivasi HCl

0,5 g arang teraktivasi HCl dengan masing-masing konsentrasi 0 M, 1 M, 2 M, 3 M, 4 M, dan 5 M dimasukkan ke dalam 6 buah Erlenmeyer dan ditambahkan masing-masing 10 mL larutan campuran sampel limbah domestik dengan reagen. Campuran diaduk dengan variasi 20, 30, dan 60 menit. Selanjutnya, campuran disaring dan filtratnya diukur pada panjang gelombang 880 nm dan dianalisis jumlah ion fosfat yang tersisa. Kemudian dihitung jumlah ion fosfat yang teradsorpsi (mg/L) dan dibuat grafik hubungan antara waktu kontak dengan jumlah ion fosfat teradsorpsi (mg/L)

Uji Kemampuan Arang Teraktivasi HCl sebagai Adsorben Fosfat (PO_4)³⁻ dalam Limbah Domestik

0,5 g arang teraktivasi HCl dengan masing-masing konsentrasi 0 M, 1 M, 2 M, 3 M, 4 M dan 5 M dimasukkan ke dalam 6 erlenmeyer dan ditambahkan 10 mL campuran sampel limbah domestik dan reagen. Campuran diaduk menggunakan waktu kontak optimum yang didapat kemudian disaring. Filtrat yang diperoleh diukur pada panjang gelombang 880 nm dan dianalisis jumlah ion fosfat yang tersisa kemudian dibandingkan dengan kontrol agar diketahui jumlah ion fosfat yang diadsorpsi. Dihitung jumlah ion fosfat yang teradsorpsi (mg/L)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Preparasi Arang Tempurung Kenari (*Canarium vulgare leenh*)

Hasil arang tempurung kenari berupa arang dengan ukuran 60 mesh. Arang ini diperoleh dari proses pengarangan, kalsinasi dan penggerusan serta pengayakan. Pengarangan bertujuan untuk menurunkan kandungan minyak dan memperoleh arang yang berwarna hitam. Karbonisasi pada tanur dengan suhu 500 °C selama 2 jam yang bertujuan untuk menghilangkan zat-zat organik yang masih tersisa pada saat proses pembakaran. Arang digerus dengan tujuan untuk memperkecil ukuran partikel arang dan memperoleh luas permukaan yang besar. Pengayakan bertujuan untuk memperoleh ukuran luas permukaan yang sama dan menghomogenkan ukuran serbuk arang.

Hasil Aktivasi Arang Tempurung Kenari dengan HCl

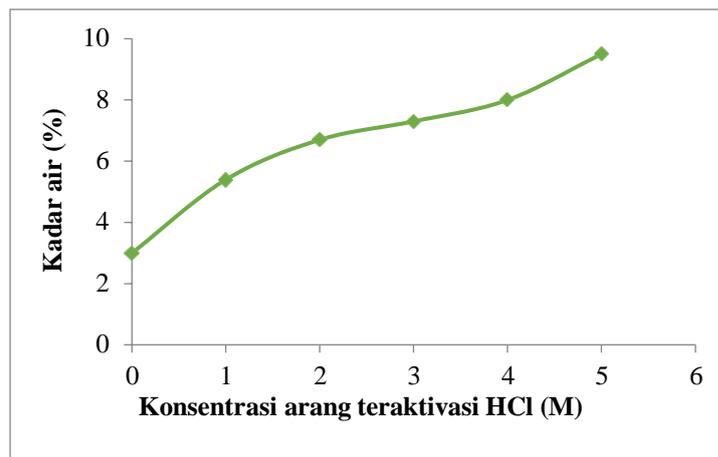
Tujuan penggunaan aktivator asam untuk melarutkan pengotor-pengotor dalam pori-pori karbon, sehingga permukaan karbon lebih terbuka dan daya serap arang semakin besar. Arang tempurung kenari diaktivasi menggunakan larutan HCl dengan variasi 1 M, 2 M, 3 M, 4 M, dan 5 M selama 24 jam.

Tujuan aktivasi arang tempurung kenari untuk meningkatkan karbon aktif dan membuka pori-pori arang yang tertutup pada saat proses karbonisasi oleh zat-zat sisa pembakaran. Tujuan variasi konsentrasi untuk mendapatkan aktivasi terbaik [11].

Hasil Karakteristik Arang Aktif Tempurung Kenari

Kadar Air

Kadar air merupakan banyaknya kandungan air dalam suatu bahan. Penentuan kadar air ini bertujuan untuk mengetahui sifat higroskopis dari arang aktif. Sifat higroskopis ini menyebabkan arang aktif pada kondisi dan kelembaban tertentu akan mencapai keseimbangan kadar air [15]. Nilai kadar air pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1. berikut ini.

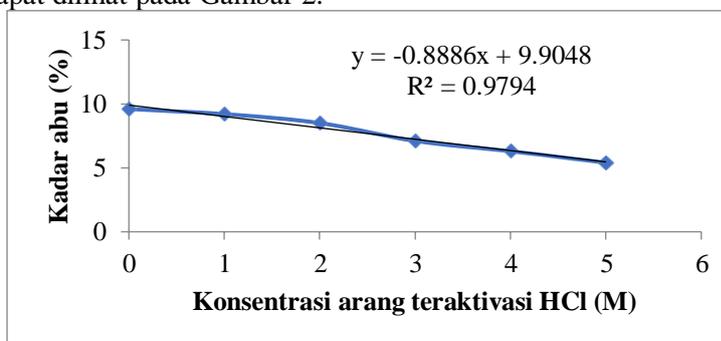


Gambar 1. Grafik hubungan antara konsentrasi arang aktif dan kadar air

Pada Gambar 1. menunjukkan kadar air arang aktif lebih besar dibandingkan dengan arang yang tidak diaktivasi yaitu sebesar 3 % sedangkan arang teraktivasi HCl pada konsentrasi 5 M sebesar 9,5 %. Kadar air arang aktif yang besar dapat menurunkan kualitas dari daya adsorpsi. Kadar air yang tinggi akan mengurangi daya serap arang terhadap gas maupun cairan gas [10]. Jika kadar air semakin besar maka kemampuan arang aktif untuk adsorpsi akan semakin kecil karena molekul-molekul air masih menutupi pori-pori arang. Berdasarkan Standar Nasional Indonesia kadar air arang aktif yang diperoleh maksimum 15 %, maka presentase kadar air arang aktif tempurung kenari memenuhi baku mutu Standar Nasional Indonesia.

Kadar Abu

Arang aktif yang dibuat dari bahan alam tidak hanya mengandung senyawa karbon saja, namun juga mengandung beberapa mineral. Kadar abu merupakan banyaknya kandungan oksida logam yang terdiri dari mineral-mineral dalam suatu bahan yang tidak dapat menguap pada proses pengabuan [7]. Nilai kadar abu dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik hubungan antara konsentrasi arang aktif kadar abu

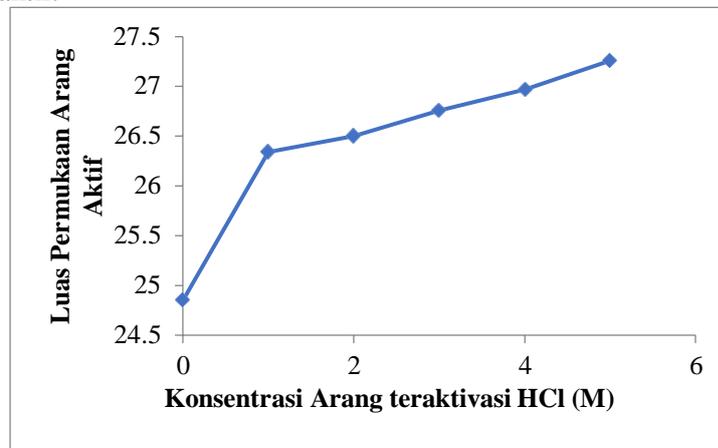
Arang aktif pada Gambar 2. memiliki kadar abu yang lebih rendah dibandingkan dengan kadar abu yang tidak diaktivasi yaitu 9,6% sedangkan arang teraktivasi HCl pada konsentrasi 5 M sebesar 5,4%. Kualitas suatu adsorben sangat bergantung pada kadar abu dari arang aktif tersebut. Hal ini dikarenakan semakin tinggi kadar abu maka kualitas arang aktif sebagai adsorben semakin rendah. Kadar abu yang diperbolehkan Standar Nasional Indonesia sebagai adsorben adalah 10%. Berdasarkan hasil analisis menunjukkan bahwa presentase kadar abu tempurung kenari memenuhi nilai baku mutu Standar Nasional Indonesia [12].

Penentuan Luas Permukaan Arang Aktif

Luas permukaan arang aktif merupakan salah satu faktor penting yang mempengaruhi proses adsorpsi. Penentuan luas permukaan arang aktif dilakukan dengan metode adsorpsi metilen biru dimana banyaknya metilen biru yang teradsorpsi sebanding dengan luas permukaan adsorben. Semakin besar luas permukaan arang aktif maka kemampuan adsorpsinya juga semakin besar [17].

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA
Kupang, 31 Maret 2022**

Luas permukaan adsorben ditentukan dengan menggunakan metilen biru yang teradsorpsi pada waktu kontak 30 menit. Berikut ini merupakan grafik hubungan antara konsentrasi arang aktif dan luas permukaan arang aktif.

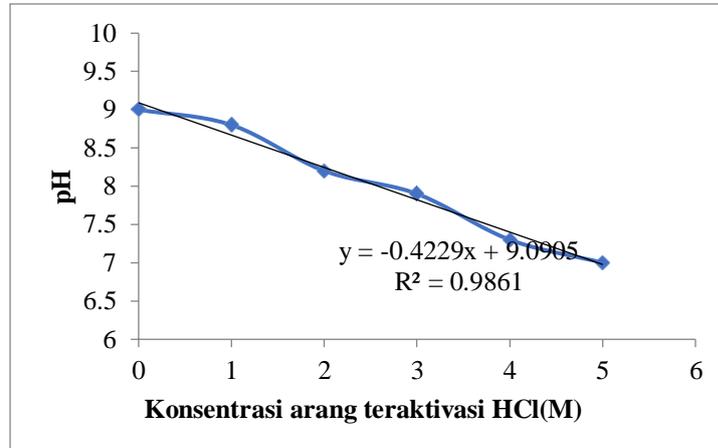


Gambar 3. Luas permukaan arang aktif

Pada Gambar 3. menunjukkan nilai luas permukaan metilen biru tertinggi pada konsentrasi arang teraktivasi HCl 5 M sebesar 27,26 m²/g. Nilai luas permukaan metilen biru sebelum dan sesudah proses aktivasi dari 24,85 m²/g mencapai 27,26 m²/g.

Pengukuran pH

Derajat keasaman (pH) biasa digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaaan yang dimiliki oleh suatu larutan melalui konsentrasi atau aktivitas H⁺. pH merupakan suatu parameter penting dalam pengendalian limbah karena banyak reaksi-reaksi kimia dan biologis yang melibatkan mikroorganisme berlangsung dalam pH tertentu [8]. Berikut ini hubungan antara konsentrasi arang aktif dan pH.



Gambar 4. Grafik hubungan antara konsentrasi arang aktif dan pH

Pada Gambar 4. menunjukkan nilai pH hasil pengujian sebelum perlakuan dengan arang aktif bersifat basa yaitu 9. Dalam limbah domestik terdapat deterjen yang berasal dari natrium tripolifosfat sehingga pH limbah domestik tinggi. Kemudian nilai pH yang diperoleh setelah perlakuan dengan arang aktif yaitu 7. Kondisi ini dapat dikatakan masih berada dalam kisaran baku mutu air limbah domestik. Menurut Permen LH No. 68 tahun 2016 menyatakan bahwa nilai pH berada diantara 6-9 untuk limbah domestik. Dengan demikian, kondisi pH yang didapatkan mencapai Standar Nasional baku mutu limbah yang ditetapkan.

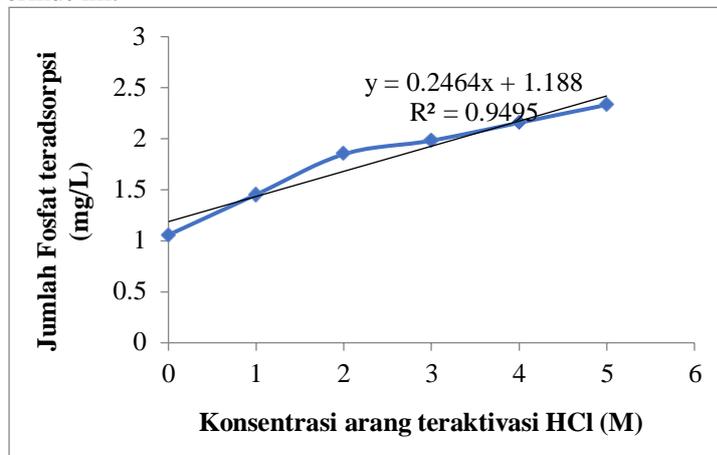
Hasil Analisis Adsorpsi Fosfat (PO₄)³⁻ dalam Limbah Domestik

Sumber fosfat (PO₄)³⁻ didalam air dapat berbentuk anorganik dan organik. Fosfat anorganik adalah hasil buangan deterjen, alat pembersih rumah tangga atau industri. Sedangkan fosfat organik berasal dari makanan dan buangan rumah tangga/rumah sakit. Fosfat sangat dibutuhkan untuk pertumbuhan mikroorganisme dan merupakan parameter untuk mendeteksi pencemaran air. Analisis

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA**

Kupang, 31 Maret 2022

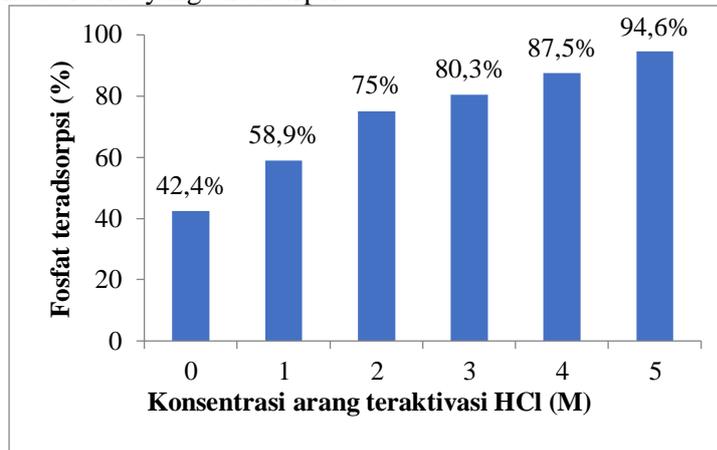
fosfat dalam air limbah domestik bertujuan untuk menurunkan kadar fosfat sehingga tidak menyebabkan pertumbuhan tumbuh-tumbuhan dalam air. Kadar fosfat yang teradsorpsi disajikan dalam Gambar 5 berikut ini.



Gambar 5. Grafik hubungan antara konsentrasi arang aktif dan fosfat teradsorpsi

Dari grafik 5 di atas dapat dilihat bahwa peningkatan nilai fosfat yang teradsorpsi sangat signifikan. Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh nilai fosfat yang teradsorpsi dengan arang tanpa aktivasi sebesar 1,056 mg/L sedangkan adsorben teraktivasi HCl memperoleh nilai fosfat yang teradsorpsi paling besar pada 5 M yaitu 2,332 mg/L. Pada penelitian ini penggunaan variasi konsentrasi adsorben yang semakin besar maka memperoleh nilai fosfat yang teradsorpsi semakin besar juga.

Dalam penurunan kadar fosfat ini menggunakan metode amonium molibdat. Ortofosfat dalam suasana asam akan bereaksi dengan amonium molibdat kalium antimonat membentuk senyawa asam fosfomolibdat. Keberadaan asam askorbat akan mereduksi bentuk asam ini menjadi senyawa kompleks molibden biru [9]. Intensitas warna yang dihasilkan diukur menggunakan spektrofotometri UV-Vis pada panjang gelombang 880 nm. Berikut ini adalah grafik hubungan antara konsentrasi arang aktif dengan persentase fosfat yang teradsorpsi.



Gambar 6. Grafik hubungan antara konsentrasi arang aktif dan fosfat teradsorpsi

Berdasarkan gambar 6 di atas, maka efisiensi adsorpsi ion fosfat paling besar terjadi pada konsentrasi arang teraktivasi HCl 5 M yaitu sebesar 94,6%. Arang tanpa aktivasi menunjukkan konsentrasi optimum adsorpsi fosfat yaitu sebesar 42,8%. Dalam penelitian ini konsentrasi adsorben berbanding lurus dengan efisiensi adsorpsi. Dimana penggunaan variasi konsentrasi arang teraktivasi HCl yang semakin besar maka persentase penurunan kadar fosfat semakin besar juga.

Kesimpulan

1. Semakin tinggi konsentrasi aktivator HCl maka semakin tinggi pula daya adsorpsi arang aktif tempurung kenari (*Canarium vulgare leenh*) yang ditunjukkan dengan nilai kadar fosfat yang

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA
Kupang, 31 Maret 2022**

- teradsorpsi dan persentase fosfat yang teradsorpsi pada konsentrasi aktivator HCl 5 M yaitu 2,332 mg/L dan 94,6%.
2. Arang aktif tempurung kenari (*Canarium vulgare leenh*) yang diperoleh memiliki karakteristik hampir mendekati standar mutu SNI 06-3730-1995 antara lain kadar air 9,5%, kadar abu 5,4% dan luas permukaan 27,26 m²/g.
 3. Waktu kontak optimum untuk adsorpsi ion fosfat (PO₄)³⁻ adalah 30 menit.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alfiany H., Bahri S. dan Nurakhirawati. 2013. Kajian Penggunaan Arang Aktif Tongkol Jagung Sebagai Adsorben Logam Pb Dengan Beberapa Aktivator Asam, *Jurnal Natural Science*, 2(3): 75-86.
- [2] Artiyani S. 2016. Kemampuan filtrasi upflow dengan media pasir zeolite dan arang aktif dalam menurunkan kadar fosfat dan deterjen air limbah domestik. Prodi Teknik Lingkungan, FTSP, Institut Teknologi Nasional Malang.
- [3] Besituba, Novita R. 2015. Pemanfaatan arang aktif tempurung kenari (*canarium vulgare leenh*) sebagai adsorben pada minyak jelantah. Jurusan Kimia, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang.
- [4] Boimau, Apris B.S. 2020. Penurunan Kandungan Ion Fosfat (PO₄)³⁻ dalam Limbah Domestik Menggunakan Sistem *Constructed Wetland* dengan Media Batu Karang, Zeolit dan Pasir. Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang.
- [5] Deodarma, Didimus F. 2018. Pemanfaatan Arang Aktif Teraktivasi NaOH dari Tempurung Kenari Sebagai Adsorben Ion Logam Ca(II) Dan Mg(II). Jurusan Kimia, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang.
- [6] Didu, Elton Edy Jatas Lango. 2018. Pemanfaatan Tempurung Kenari (*Canarium vulgare leenh*) Teraktivasi HCl dalam Mengadsorpsi Ion Ca(II) dan Mg(II). Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana. Kupang
- [7] Herlandien, Y.L 2013. Pemanfaatan Arang Aktif sebagai Adsorben Logam Berat dalam Air Lindi di TPA Pakusari Jember. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember.
- [8] Lasindrang, M. 2014. Adsorpsi Pencemaran Limbah Cair Industri Penyamakan Kulit oleh Kitosan yang Melapisi Arang Aktif Tempurung Kelapa. Fakultas Pertanian, Universitas Gorontalo, Sulawesi Utara. Vol 3. No. 2
- [9] Nurhasanah, D. 2020. Penentuan Kadar Fosfat dalam Air Sawah Menggunakan Elektroda Kobalt-Karbon (Co-C). Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember. Jember.
- [10] Pari, G., 1996. Pembuatan Arang Aktif dari Serbuk Gergaji dengan cara Kimia. Buletin Penelitian Hasil Hutan, 14: 308-320
- [11] Prabarini, N. dan Okayadnya, D.G. 2013. Penyisihan Logam Besi (Fe) Air Sumur dengan Tempurung Kemiri. Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan. Vol 5:2, halaman 33-41.
- [12] Sahara, E., Sulihingtyas, W.D., Mahardika, I.P.A.S. 2017. Pembuatan dan Karakterisasi Arang Aktif dari Batang Tanaman Gumitir (*Tagetes erecta*) yang Diaktivasi dengan H₃PO₄. Jurnal Kimia (11) 1: 1-9
- [13] Setyoningsih, L.A., Indarti ., Mulyono T. 2018. Pembuatan dan Karakterisasi Arang Aktif Kulit Singkong menggunakan Aktivator ZnCl₂. Jurnal Kimia. Vol 3(1): 13-19
- [14] Suhendarwati L., Suharto B dan Susanawati L.D. 2013, Pengaruh Konsentrasi Larutan Kalium Hidroksida pada Abu Dasar Ampas Tebu Teraktivasi. Universitas Bramawijawa. Malang
- [15] Tsoumis, G. 1991. *Science and Technology of Wood : Structure, Proporties, Utilization. Van Nostrand Reinold*. New York
- [16] Widayanti, Isa I., Aman, L.O. 2012. Studi Daya Aktivasi Arang Sekam Padi pada Proses Adsorpsi Logam Cd. Jurnal Sainstek, 6(5) : 488-494
- [17] Widihati, Ida Ayu Gede Ni G. A. M. Dwi Adhi Suastuti dan M. A. Yohanita Nirmalasari. 2012. Studi Kinetika Adsorpsi Larutan Ion Logam Kromium (Cr) menggunakan Arang Batang Pisang (*Musa paradisiaca*). Jurusan Kimia FMIPA Universitas Udayana. Bukit Jimbaran

**ANALISIS RENDEMEN DAN MUTU MINYAK KELAPA MURNI
ATAU VIRGIN COCONUT OIL (VCO) YANG DIBUAT DENGAN
METODE PENGARAMAN**

Clarentina Cholin, Jasman

*Prodi Pendidikan Kimia, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Nusa Cendana, Penfui,
Kupang, 85361, Indonesia
E-mail: ratnicholin@gmail.com*

Abstrak

Telah dilakukan penelitian tentang analisis rendemen dan mutu minyak kelapa murni atau virgin coconut oil (VCO) yang dibuat dengan metode pengaraman. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan garam terhadap hasil rendemen dan kualitas dari minyak kelapa murni. Proses penelitian ini meliputi: pembuatan kanil/krim, pembuatan minyak kelapa murni menggunakan metode pengaraman, analisis rendemen, analisis kualitas minyak kelapa murni, serta analisis GC-MS. Analisis kualitas menggunakan metode titrasi, yaitu menggunakan NaOH 0,1N untuk analisis asam lemak dan menggunakan Na₂SO₄ 0,1N untuk analisis bilangan peroksida. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rendemen maksimum yang didapat pada penambahan konsentrasi garam sebanyak 12,23%. Hasil analisis kualitas menunjukkan bahwa kualitas minyak kelapa murni yang dibuat dengan metode pengaraman, masih memenuhi syarat mutu SNI, meskipun ada kecenderungan kenaikan bilangan asam seiring dengan meningkatnya kadar garam yang digunakan.

Kata kunci: *Pengaraman, NaCl, minyak kelapa murni, rendemen, kualitas.*

Abstract

[ANALYSIS OF YIELD AND QUALITY OF VIRGIN COCONUT OIL (VCO) MADE BY SALTING METHOD] Research has been carried out on the analysis of the yield and quality of virgin coconut oil (VCO) made by the salting method. This study aims to determine the effect of adding salt to the yield and quality of virgin coconut oil. The process of this research includes: the manufacture of kanil/cream, the manufacture of virgin coconut oil using the salting method, yield analysis, quality analysis of virgin coconut oil, and GC-MS analysis. Quality analysis used the titration method, using 0,1N NaOH for fatty acid analysis and using 0,1N Na₂SO₄ for peroxide value analysis. The results showed that the maximum yield obtained at the addition of 12.23% salt concentration. The results of the quality analysis show that the quality of virgin coconut oil produced by the salting method still meets the quality requirements of SNI, although there is a tendency to increase the acid number along with the increase in the salt content used.

Keywords: *Salting, NaCl, VCO, yield, quality*

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan Negara tropis dengan banyak pulau dan merupakan produsen kelapa utama didunia [1]. Pohon kelapa merupakan pohon yang paling banyak tumbuh di kepulauan Asia Tenggara. Indonesia, sebagai Negara terbesar di Asia Tenggara adalah penghasil kelapa paling banyak di dunia. Data 2017 dalam The World Atlas mencatat bahwa jumlah produksi kelapa di Indonesia mencapai 19,4 juta ton disusul Filipina dengan jumlah 25,9 juta ton lalu india dengan jumlah 10,6 juta ton, dan saat ini, Indonesia merupakan produsen kelapa terbesar didunia. Produksinya mencapai 18 juta per tahun. Dalam perekonomian Indonesia, kelapa merupakan salah satu komoditas strategis karena perannya yang besar bagi masyarakat sebagai sumber bahan baku industri, sumber devisa dan bahkan sebagai penyedia lapangan kerja [2]. Oleh karenanya hampir di semua propinsi di Indonesia dijumpai tanaman kelapa yang pengusahaannya berupa perkebunan rakyat, salah satunya adalah di propinsi Nusa Tenggara Timur (NTT). Luas area pertanaman kelapa di NTT mencapai 642.368,00 ha dengan produksi 176.193,00 ton [3].

Pohon kelapa sangat bermanfaat bagi kehidupan manusia, karena hampir semua bagian dari pohon kelapa dapat dimanfaatkan. Buah kelapa yang terdiri dari sabut, tempurung, daging buah dan air kelapa tidak ada yang terbuang dan dapat dibuat untuk menghasilkan produk industri, antara lain

SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I UNIVERSITAS NUSA CENDANA

Kupang, 31 Maret 2022

sabut kelapa dapat dibuat keset, sapu, dan matras. Tempurung kelapa dapat dimanfaatkan untuk membuat karbon aktif dan kerajinan tangan. Dari batang kelapa dapat dihasilkan bahan-bahan bangunan baik untuk kerangka maupun untuk dinding serta atap. Daun kelapa dapat diambil lidinya sebagai sapu, serta barang-barang anyaman. Daging buah dapat dipakai sebagai bahan baku untuk menghasilkan kopra, minyak kelapa, coconut cream, santan, dan parutan kering, sedangkan air kelapa dapat dipakai untuk membuat cuka. Selain itu, belakangan ini kelapa juga menghasilkan produk olahan populer yaitu Virgin Coconut Oil (VCO) yang bermanfaat bagi kehidupan manusia [4].

Virgin Coconut Oil (VCO) merupakan minyak kelapa murni yang terbuat dari daging kelapa segar yang diolah dalam suhu rendah atau tanpa pemanasan, sehingga kandungan yang penting dalam minyak tetap dapat dipertahankan [5]. Virgin Coconut Oil (VCO) lebih unggul dari minyak kelapa yang diolah secara tradisional. Keunggulan ini dapat dilihat dari beberapa bagian seperti kadar air yang rendah, asam lemak bebas yang rendah, [4] tidak berwarna atau bening, berbau harum dan dapat disimpan dalam jangka waktu yang cukup lama yaitu sekitar 6-8 bulan [6].

Pembuatan minyak kelapa murni dengan metode penggaraman pada prinsipnya adalah dilakukan dengan menambahkan larutan garam pada krim santan kelapa yang telah diperoleh pada tahap awal pembuatan minyak. Protein yang terdapat didalam santan akan larut dengan adanya penambahan garam (salting in), akan tetapi pada kondisi tertentu kelarutan protein akan turun seiring dengan peningkatan konsentrasi garam. Dengan penurunan tingkat kelarutan protein diikuti dengan peningkatan molekul-molekul air oleh garam tersebut, yang selanjutnya akan terjadi pemisahan antara cairan minyak dengan air (salting out). Garam digunakan sebagai perusak kestabilan emulsi, metode penggaraman ini dilakukan untuk memecahkan sistem emulsi santan dengan pengaturan kelarutan protein didalam garam [7].

Produk VCO menjadi semakin dicari oleh masyarakat karena VCO mempunyai khasiat yang baik terhadap kesehatan antara lain dapat menurunkan berat badan sebagai diet VCO [8], sebagai anti oksidan, anti virus, anti protozoa, dan anti bakteri [9]. Kualitas minyak kelapa murni dapat dinilai berdasarkan faktor-faktor yang menyebabkan ketengikan pada minyak, seperti: kadar air, bilangan peroksida, dan kadar asam lemak bebas. Ketengikan merupakan perubahan kimia yang menyebabkan bau dan rasa yang tidak enak pada minyak dan lemak [10]. Hasil penelitian dari Marlina et al., (2017), menyatakan bahwa minyak kelapa murni yang dibuat dengan metode penggaraman memiliki kualitas baik, dilihat dari bilangan asam yang memenuhi mutu Standar Nasional Indonesia (SNI). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui proses pembuatan, konsentrasi, rendemen, serta kualitas dari minyak kelapa murni dengan teknik penggaraman.

METODE

Pembuatan Minyak Kelapa Murni

Proses pembuatan minyak kelapa murni dengan menggunakan metode penggaraman diawali dengan menambahkan 10 ml larutan garam (NaCl) ke dalam 90 mL krim atau krim yang telah diperoleh. Perlakuan ini dilakukan sebanyak 6 (enam) kali sesuai dengan banyaknya variasi berat garam. Kemudian krim yang sudah ditambahkan dengan larutan garam diaduk selama beberapa menit agar antara krim dan larutan garam dapat menyatu dengan baik.

Selanjutnya masing-masing krim yang telah ditambahkan dengan larutan garam didiamkan selama 3 hari untuk menghasilkan minyak kelapa murni. Setelah pendiaman selama 3 hari santan terbentuk menjadi tiga lapisan, yaitu lapisan atas berupa minyak lapisan tengah berupa blondo (protein) dan lapisan bawah air. Bagian minyak diambil dan disaring menggunakan kertas saring untuk menghasilkan minyak kelapa murni yang berwarna bening dan berbau harum khas.

Penentuan Rendemen

Rendemen minyak kelapa dihitung berdasarkan bobot minyak kelapa yang diperoleh dibandingkan dengan bobot krim/kanil yang digunakan. Untuk menghitung besarnya rendemen digunakan rumus :

$$\text{rendemen} = \frac{\text{vol. minyak}}{\text{vol. kanil}} \times 100\% \quad (1)$$

Penentuan Kadar Air

Berdasarkan prosedur BSN (2008) tentang standar mutu minyak SNI No. 7381, penentuan kadar air dapat dilakukan dengan metode oven, yaitu dengan menimbang 2 gram sampel kemudian

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA
Kupang, 31 Maret 2022**

dimasukkan kedalam botol timbang yang beratnya telah diketahui. Kemudian dimasukkan kedalam oven selama 3-5 jam dengan suhu 105°C, setelah itu didinginkan dalam desikator dan ditimbang. Perlakuan ini diulangi sampai berat konstan. Untuk menghitung kadar air menggunakan rumus :

$$\text{kadar air: } \frac{A-B}{A} \times 100\% \quad (2)$$

Dimana: A = berat minyak sebelum dipanaskan

B = berat minyak setelah dipanaskan

Penentuan Asam Lemak Bebas

Bilangan asam ditentukan dengan menimbang 10 gram minyak kelapa dalam Erlenmeyer 250 mL, lalu ditambahkan 25 mL alkohol 95%. Kemudian direfluks selama 1 jam. Setelah itu didinginkan lalu ditambahkan 3 tetes indikator phenolphthalein (PP). kemudian dititrasi dengan larutan NaOH 0,1 N sampai terjadi timbul warna merah jambu. Bilangan asam dihitung berdasarkan persamaan :

$$\text{FFA: } \frac{v_{\text{NaOH}} \times N_{\text{NaOH}} \times B_{\text{MAsam Laurat}}}{g \times 1000} \times 100\% \quad (3)$$

Penentuan Bilangan Peroksida

Bilangan peroksida merupakan nilai yang paling penting dalam menentukan derajat kerusakan minyak. Bilangan peroksida ditentukan dengan menimbang minyak seberat 5 gram dalam Erlenmeyer 250 mL bertutup, lalu ditambahkan 30 mL pelarut yang terdiri dari 60% asam asetat glasial dan 40% khloroform. Kemudian larutan tersebut digoyangkan sampai bahan terlarut semua lalu ditambahkan 1 mL larutan jenuh KI. Kemudian didiamkan selama 1 menit lalu ditambahkan 30 mL aquades dan dititrasi dengan 0,1 N Na₂S₂O₃ sampai warna kuning hampir tidak kelihatan lagi. Kemudian ditambahkan 1 mL indikator amilum 1%. Selanjutnya dititrasi lagi sampai warna biru hilang. Bilangan peroksida dihitung dengan :

$$\text{bilangan peroksida: } \frac{(a-b) \times N \times 8 \times 100}{g} \quad (4)$$

Dimana:

a = volume titran pada titrasi sampel

b = volume titran pada titrasi blanko

N = normalitas larutan Natrium tiosulfat

g = berat sampel

Analisis Komposisi Asam Lemak dengan Gas Chromatography-Mass Spectroscopy GC-MS

Prinsip kerja dari GC adalah suatu fase gerak yang berbentuk gas mengalir di bawah tekanan melewati pipa yang dipanaskan dan disalur pada suatu penyangga padat. Analit tersebut dimuatkan ke bagian atas kolom melalui suatu portal injeksi yang dipanaskan. Ketika sudah berada dalam kolom, maka terjadi suatu proses pemisahan antar komponen [11]. Seiring dengan berkembangnya teknologi maka instrumen GC digunakan secara bersama dengan instrumen lain yaitu *Mass-Spectrometer* (MS). Prinsip dari MS adalah pengionan senyawa-senyawa kimia untuk menghasilkan molekul bermuatan dan mengukur rasio. Molekul yang sudah terionisasi akibat penembakan elektro berenergi tinggi tersebut akan menghasilkan ion dengan muatan positif, kemudian ion tersebut diarahkan menuju medan magnet dengan kecepatan tinggi [12]. Kemudian detektor akan menghitung muatan yang terinduksi ketika ion dilewatkan atau mengenai permukaan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Rendemen

Rendemen minyak kelapa merupakan persentase minyak kelapa yang dihasilkan dari perbandingan produk akhir dengan bahan baku utama. Semakin banyak jumlah garam yang ditambahkan ke dalam kanil maka semakin tinggi rendemen yang didapat.

Hasil rendemen minyak kelapa murni yang diperoleh dari penelitian ini dapat dilihat pada tabel 1 dan 2 berikut.

SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA
Kupang, 31 Maret 2022

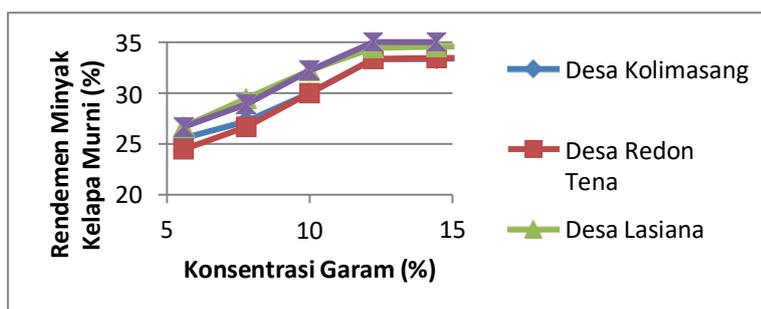
Tabel 1. Jumlah rendemen yang diperoleh dari kelapa asal Flores Timur

No	Konsentrasi Garam (%)	Volume VCO (mL)	Rendemen VCO desa Koliomasang (%)	Rendemen VCO desa Redon Tena (%)
1	5,56	23,00	25,56	24,45
2	7,78	24,50	27,23	26,67
3	10,00	27,00	30,00	30,00
4	12,23	30,00	33,34	33,34
5	14,45	30,00	33,34	33,45
6	16,67	30,20	33,56	33,45
Rata-Rata			30,50	30,23

Tabel 2. Jumlah rendemen yang diperoleh dari kelapa asal Kab. Kupang

No	Konsentrasi Garam (%)	Volume VCO (mL)	Rendemen VCO desa Lasiana (%)	Rendemen VCO desa Baun (%)
1	5,56	24,00	26,67	26,67
2	7,78	26,50	29,45	28,89
3	10,00	29,00	32,23	32,23
4	12,23	31,00	34,45	35,00
5	14,45	31,00	34,45	35,00
6	16,67	31,10	34,56	35,23
Rata-Rata			31,97	32,17

Dalam bentuk grafik, jumlah rendemen minyak kelapa murni yang diperoleh dari pembuatan minyak kelapa murni dengan menggunakan metode penggaraman dapat dilihat sebagai berikut.



Grafik 1. Grafik rendemen minyak kelapa asal Flores Timur dan Kab. Kupang

Hasil pada tabel dan grafik di atas menunjukkan bahwa semakin banyak konsentrasi garam (%) yang ditambahkan dalam kanil atau krim maka semakin banyak pula minyak yang dihasilkan. Hal ini disebabkan karena adanya pengikatan molekul-molekul air oleh garam dalam santan, sehingga kelarutan tingkat protein akan menurun, yang kemudian terjadinya pemisahan antara minyak dengan air. Penurunan tingkat kelarutan protein terjadi seiring dengan penambahan konsentrasi garam. Sehingga, semakin tinggi konsentrasi garam yang ditambahkan, maka semakin banyak minyak yang dihasilkan [13]. Namun pada penambahan garam diatas 12,23%, minyak yang dihasilkan tidak lagi mengalami peningkatan, hal ini diduga minyak yang berada dalam krim sudah habis, atau sudah keluar dan bergabung ke dalam fasa minyak, sehingga konsentrasi rendemen yang dihasilkan pada penambahan garam di atas 12,23% juga tidak lagi mengalami peningkatan.

Hasil Analisis Kadar air

Kadar air merupakan persentase kandungan air pada suatu bahan yang dinyatakan berdasarkan berat basah atau berat kering. Dalam analisis kualitas minyak kelapa murni, kadar air sebagai parameter utama dalam mempengaruhi ketahanan minyak terhadap kerusakan. Penentuan kadar air dalam minyak sangat penting dilakukan karena adanya air dalam minyak dapat mengakibatkan reaksi hidrolisis yang dapat menyebabkan minyak menjadi tengik.

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA
Kupang, 31 Maret 2022**

Hasil uji kualitas kadar air pada minyak kelapa murni yang dibuat menggunakan metode penggaraman dapat dilihat pada tabel 3.

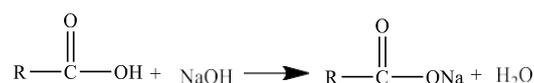
Tabel 3. Hasil Uji Kualitas Kadar Air pada Minyak Kelapa Murni yang Menggunakan Metode Penggaraman

No	Konsentrasi garam (%)	Kadar Air (%)
1	5,56	0
2	7,78	0
3	10,00	0,037
4	12,23	0,037
SNI		0,2

Data pada tabel 3 menunjukkan bahwa hasil analisis kadar air pada minyak sangat rendah. Jika dibandingkan dengan standar mutu minyak kelapa murni berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) No.7381 Tahun 2008, minyak yang dihasilkan memenuhi standar yang ditetapkan. Kadar air 0% biasa diartikan dengan ND (not detected) yang menandakan bahwa didalam minyak terdapat air namun sangat sedikit sehingga tidak dapat diukur atau dideteksi, maka kualitas minyak kelapa murni dapat dikatakan baik. Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (2008), kadar air untuk minyak kelapa berkisar antara 0,1% – 0,5%. Sehingga berdasarkan hasil analisis pada tabel 3, maka dapat dikatakan kadar air pada minyak kelapa murni yang dibuat menggunakan metode penggaraman masih memenuhi syarat Standar Nasional Indonesia (SNI).

Hasil Analisis Nilai Bilangan Asam Lemak Bebas

Menurut Ketaren (1986), bilangan asam merupakan ukuran dari jumlah asam lemak bebas yang terkandung dalam minyak dan didefinisikan sebagai jumlah mg KOH yang dibutuhkan untuk menetralkan asam-asam lemak dalam 1 gram minyak. Selain KOH, penentuan bilangan asam dapat menggunakan NaOH. Reaksi yang terjadi pada saat penentuan kadar asam lemak bebas dapat dilihat sebagai berikut.



Hasil analisis kadar asam lemak bebas minyak kelapa murni menggunakan metode penggaraman dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji Kualitas Bilangan Asam Lemak Bebas Minyak Kelapa Murni yang Dibuat Menggunakan Metode Penggaraman

No	Konsentrasi garam (%)	Kadar Bilangan Asam (%)
1	5,56	0,12
2	7,78	0,14
3	10,00	0,18
4	12,23	0,22
SNI		0,2

Hasil analisis pada tabel 4 menunjukkan bahwa kadar asam lemak bebas pada minyak kelapa yang dibuat dengan metode penggaraman masih memenuhi syarat Standar Nasional Indonesia (SNI) No.7381 Tahun 2008, meskipun ada kecenderungan kenaikan bilangan asam seiring dengan meningkatnya kadar garam yang digunakan. Tingginya kadar bilangan asam ini dipengaruhi oleh banyaknya konsentrasi NaCl yang ditambahkan pada santan serta lama pendiaman. NaCl memberikan pengaruh terhadap kadar lemak pada minyak, karena NaCl dapat berperan sebagai katalis dalam proses oksidasi dari lemak. Menurut Marlina, et al., (2017), tingginya bilangan asam menandakan bahwa kandungan asam lemak bebasnya juga tinggi. Hal ini akan mempengaruhi kualitas dari minyak kelapa murni yang dihasilkan, karena keberadaan asam lemak bebas biasanya dijadikan sebagai indikator awal terjadinya kerusakan pada minyak.

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA
Kupang, 31 Maret 2022**

Hasil Analisis Bilangan Peroksida

Kualitas VCO juga ditinjau dari bilangan peroksida karena bilangan peroksida merupakan parameter penting yang digunakan sebagai acuan dalam menentukan derajat kerusakan minyak. Peroksida terbentuk karena asam lemak tidak jenuh dapat mengikat oksigen pada ikatan rangkapnya atau yang dikenal dengan proses oksidasi [14]. Analisis bilangan peroksida dilakukan untuk mengetahui sifat teroksidasi dari minyak. Semakin kecil angka peroksida maka kualitas minyak semakin baik, dan sebaliknya semakin besar angka peroksida maka semakin buruk kualitas minyak.

Hasil uji kualitas bilangan peroksida minyak kelapa murni yang dibuat menggunakan metode penggaraman dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil Uji Bilangan Peroksida Minyak Kelapa Murni Yang Dibuat dengan Metode Penggaraman

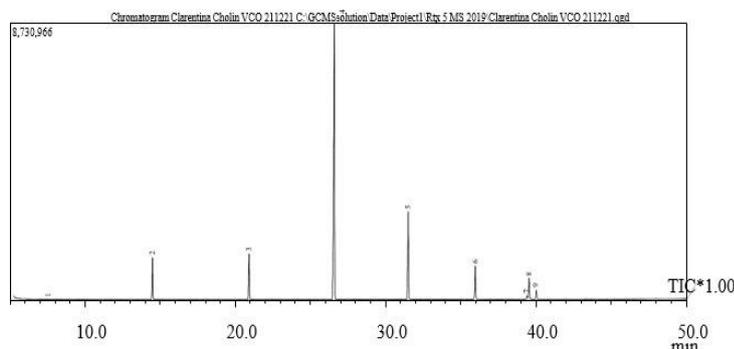
No	Konsentrasi garam (%)	Bilangan Peroksida (mg O ₂ /g)
1	5,56	0,032
2	7,78	0,032
3	10,00	0,064
4	12,23	0,08
SNI		3,0

Hasil data pada tabel 5 menunjukkan nilai bilangan peroksida yang rendah, yang artinya minyak kelapa murni yang dibuat menggunakan metode penggaraman memiliki kualitas minyak yang baik. Tingginya bilangan peroksida menunjukkan minyak sudah mengalami oksidasi. Menurut Asriani (2006), angka peroksida yang tinggi terjadi karena proses oksidasi akibat pemanasan dan adanya air yang terlarut. Hal ini terjadi pada proses pembuatan minyak kelapa tradisional yang melalui proses pemanasan, sehingga terjadi proses oksidasi yang menyebabkan bau tengik pada minyak. Reaksi oksidasi lemak tak jenuh dapat membentuk senyawa peroksida. Selanjutnya degradasi peroksida akan membentuk berbagai senyawa aldehida yang bersifat volatil dan berkontribusi pada pembentukan bau tengik.

Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI, 2008), nilai maksimum bilangan peroksida untuk minyak kelapa adalah 3,0 mg oksigen/gram contoh. Dilihat dari data hasil pada tabel 5 nilai bilangan peroksida jauh dibawah nilai maksimum berdasarkan SNI, artinya minyak kelapa murni hasil penggaraman masih baik untuk digunakan.

Analisis Komposisi Asam Lemak dengan Gas Chromatography-Mass Spectroscopy GC-MS

Untuk mengetahui komposisi asam lemak yang terdapat dalam VCO, dilakukan analisis lebih lanjut menggunakan *Gas Chromatography-Mass Spektrometry* (GC-MS) dan disesuaikan dengan SNI 7381-2008. Hasil kromatogram dari sampel VCO yang dianalisis terdapat 9 peak senyawa, yang artinya ada 9 senyawa yang terkandung dalam minyak yang dihasilkan. Berikut merupakan gambar kromatogram yang dihasilkan.



Gambar 1. Kromatografi sampel

Berdasarkan kromatogram diatas berikut adalah senyawa yang terkandung dalam minyak

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA
Kupang, 31 Maret 2022**

tersebut yang sudah dicocokkan dari data MS dengan melihat nilai m/z dari masing-masing senyawa.

Tabel 6. Komposisi Asam Lemak Minyak Kelapa Yang dibuat Menggunakan Metode Penggaraman

Peak	Jenis asam lemak	Rumus molekul	VCO Hasil Percobaan (%)	SNI VCO (%)
1	Asam Kaproat	C ₆ H ₁₂ O ₂	0.09	ND - 0,7
2	Asam Kaprilat	C ₈ H ₁₆ O ₂	6.73	4,6 - 10,0
3	Asam Kaprat	C ₁₀ H ₂₀ O ₂	7.60	5,0 - 8,0
4	Asam Laurat	C ₁₂ H ₂₄ O ₂	57.19	45,1 - 53,2
5	Asan Miristat	C ₁₄ H ₂₈ O ₂	15.74	16,8 – 21
6	Asam Palmitat	C ₁₆ H ₃₂ O ₂	6.06	7,5 – 10,2
7	Asam Linioleat	C ₁₈ H ₃₂ O ₂	0.72	1,0 – 2,5
8	Asam Oleat	C ₁₈ H ₃₄ O ₂	4.20	5,0 – 10,0
9	Asam Stearat	C ₁₈ H ₃₆ O ₂	1.68	2,0 – 4,0

Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai-nilai komposisi asam lemak yang terdapat dalam minyak kelapa murni yang dibuat menggunakan metode penggaraman masih berada dalam kisaran nilai kualitas berdasarkan SNI 7381:2008, dengan beberapa komponen utama, yaitu asam laurat sebesar 57,19% dan asam miristat sebesar 15,74%, sehingga VCO yang dibuat menggunakan metode penggaraman memiliki kualitas yang baik untuk di konsumsi. Senyawa-senyawa yang terdapat dalam VCO merupakan asam lemak jenuh sebesar 95,09% dan tak jenuh sebesar 4,92%. Senyawa yang termasuk asam lemak jenuh adalah asam kaproat, asam kaprilat, asam kaprat, asam laurat, asam miristat, asam stearat, dan asam palmitat. Sedangkan yang termasuk dalam asam lemak tak jenuh adalah asam linoleat dan asam oleat.

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan tujuan dan hasil penelitian serta pembahasan diatas maka dapat disimpulkan bahwa, Proses pembuatan minyak kelapa murni atau virgin coconut oil (vco) dengan teknik penggaraman yaitu dengan menambahkan larutan garam kedalam kanil/krim lalu didiamkan selama 2-3 hari, kemudian minyaknya diambil dan disaring, penambahan konsentrasi NaCl yang menghasilkan presentase rendemen maksimum yaitu pada konsentrasi 12,23%, rendemen minyak kelapa murni yang dihasilkan dari metode penggaraman pada penelitian kali ini cukup tinggi dibandingkan dengan metode yang lain, kualitas minyak kelapa murni yang dibuat menggunakan metode penggaraman, masih memenuhi syarat mutu SNI, meskipun ada kecenderungan kenaikan bilangan asam seiring dengan meningkatnya kadar garam yang digunakan.

Berdasarkan hasil penelitian ini, maka diberikan beberapa saran antara lain, untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan garam jenis lain, dan disarankan juga untuk menggunakan variasi garam, bisa juga ditambahkan dengan variasi waktu.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Punchihewa, P. G. (1996). Asian and Pacific coconut community. *Regional Experts' Meeting on Coconut Wood Utilization, College, Laguna (Philippines), 1-7 Feb 1996*.
- [2] Tarigans, D. D. (2002). Penelitian Pola USAha Tani Berbasis Kelapa Hibrida Di Cimerak. *Jurnal Penelitian Tanaman Industri*, 8(4), 109–116.
- [3] Emilia S. A. Wangge. (2013). *Profil Mutu Komoditi Unggulan Perkebunan Kabupaten Ende (Komoditi Kelapa)*. Fakultas Pertanian Universitas Flores, Ende.
- [4] Suhardiyono, L. (1991). *Tanaman kelapa: Budidaya dan pemanfaatannya*. Kanisius.
- [5] Susilowati. (2012). Pembuatan Virgin Coconut Oil Dengan Metode Penggaraman. *Jurnal Teknik Kimia*, 3(2), 246–251.
- [6] Rindengan, B., & Novariant, H. (2004). *Pembuatan dan Pemanfaatan Minyak Kelapa Murni. Penebar Swadaya, Jakarta*.
- [7] Setyo, P. (2005). Emulsi Protein. *Teknologi Dan Industri Pangan, II*, 67–68.

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA
Kupang, 31 Maret 2022**

- [8] Hadibroto, C., & Srikandi, W. (2006). *Diet VCO*. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
- [9] Wibowo, S. (2006). Manfaat Virgin Coconut Oil untuk Kesehatan. *Prosiding Konperensi Nasional Kelapa VI. Gorontalo*, 16–18.
- [10] Sukmadi, R. B. (1999). Teknologi fermentasi pembuatan minyak kelapa. *Jakarta: Badan Pengajian Dan Penerapan Teknologi*. Sparkman, O. D., Penton, Z., & Kitson, F. G. (2011). *Gas chromatography and mass spectrometry: a practical guide*. Academic press.
- [11] Ochiai, N., Sasamoto, K., Kanda, H., Yamagami, T., David, F., Tienpont, B., & Sandra, P. (2005). Optimization of a multi-residue screening method for the determination of 85 pesticides in selected food matrices by stir bar sorptive extraction and thermal desorption GC-MS. *Journal of Separation Science*, 28(9-10), 1083–1092.
- [12] Marlina, M., Wijayanti, D., Yudiastari, I. P., & Safitri, L. (2018). Pembuatan Virgin Coconut Oil dari Kelapa Hibrida Menggunakan Metode Penggaraman dengan NaCl dan Garam Dapur. *Jurnal Chemurgy*, 1(2), 7–12.
- [13] Ketaren, S. (1986). *Pengantar teknologi minyak dan lemak pangan*. UI press, Jakarta

**ANALISIS POTENSI *FLY ROCK* PADA KEGIATAN PELEDAKAN DI
KUARI DESA LAGADAR, KECAMATAN MARGAASIH, KABUPATEN
BANDUNG**

Woro Sundari

*Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana,
Penfui, Kupang, 85361, Indonesia
E-mail : worosundari@gmail.com*

Abstrak

Kegiatan penambangan batuan andesit dikuari PT. Panghegar Mitra Abadi menerapkan metode peledakan dalam proses pembongkaran batuan andesit. Salah satu efek peledakan yang sangat berbahaya baik bagi manusia maupun peralatan produksi adalah batu terbang. Prediksi besar jarak lemparan maksimum batu terbang berperan penting dalam penentuan jarak aman baik bagi manusia maupun alat produksi dan juga perlu diketahui penyebab serta cara mengurangi potensi batu terbang. Dengan mengetahui jarak lemparan aktual sesuai dengan penerapan geometri peledakan, diharapkan dapat memberikan informasi mengenai radius aman yang baru tanpa harus terikat dengan ketentuan Kepmen Nomor 1827K/30/MEM2018 tentang pedoman pelaksanaan kaidah teknik pertambangan yang baik yang mengatur standar lemparan batu terbang 300 meter untuk peralatan mekanis dan 500 meter untuk manusia. Geometri peledakan aktual yang diterapkan pada PT. Panghegar Mitra Abadi yaitu burden 1,6 m, spasi 2,56 m, stemming 3,49 m, primary charge 2,51 m, tinggi jenjang 6 m dan kedalaman lubang ledak 6m dengan bahan peledak ANFO 6,42 kg/lubang. Dengan geometri peledakan ini, hasil lemparan batu terbang jika dihitung menggunakan rumus faceburst Richard dan Moore diperoleh jarak lemparan maksimal 60 m, rumus cratering Richard dan Moore 7,6 m, sedangkan jika menggunakan rumus Ludborg diperoleh jarak lemparan maksimal sejauh persamaan 50,05 meter. Dari hasil analisis yang dijabarkan di atas terkait jarak lemparan maksimal batu terbang, dapat disimpulkan bahwa kegiatan peledakan di PT. Panghegar Mitra Abadi tidak menimbulkan efek flyrock dan diperoleh informasi jarak radius aman aktual baik bagi peralatan mekanis maupun manusia. Namun sebagai bahan acuan dalam kegiatan peledakan selanjutnya, dibuat simulasi redesign dan ditemukan nilai burden, stemming, spacing, kedalaman lubang ledak dan subdrilling lebih berpotensi menghasilkan efek batu terbang. Hal ini dikarenakan nilai geometri yang ditetapkan di PT. PMA belum memenuhi standar. Untuk itu geometri peledakan di redesign dengan rumus C.J. Konya dan R.L. Ash.

Kata Kunci: *batu terbang (fly rock), geometri peledakan*

Abstract

Andesit rock mining activities in the quarry PT. Panghegar Mitra Abadi apply the blasting method in dismantling andesit rock. One of the explosion effects which are very dangerous towards human or production tools is flyrock. Prediction of throw maximum distance of flyrock has important role on deciding safety distance for human and production tools. It is also necessary to find out the cause and how to decrease the potential of flyrock. By knowing the actual throwing distance in accordance with the application of blasting geometry, it is hoped that it can provide information about the new safe radius without having to be bound by the provisions of ministerial Decree No.1827 K/30/MEM/2018 concerning Guidelines for Implementing Good Mining Engineering Rules which regulates the standard of throwing stones at 300 m for mechanical equipment and 500 m for humans. The actual blasting geometry applied to PT. PMA is burden 1.6 m, spaced 2,56 m, stemming 3,49 m, primary charge 2,51 m, ladder height 6 m, and depth of blast hole 6 m with ANFO explosives 6,42 kg/hole. With this blasting geometry, the results of throwing stones when calculated using the distance of 60 m, the cratering formula of Richard and Moore (2005) 7,6 m, while using the ludborg formula (1981) the distance obtained is maximum throw as far as 50,05m. From the results of the analysis described above regarding the maximum throwing distance of flying stones, it can be concluded that the blasting activities at PT. Panghegar Mitra Abadi does not cause fly rock effect and information on the actual safe radius distance is obtained for both mechanical and human equipment. However, as a reference material in subsequent blasting activities, redesign simulations were made and found that the values of burden, stemming, spacing, blast hole depth and subdrilling have the potential to produce flying rock effects. This is

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA
Kupang, 31 Maret 2022**

because the geometry value set at PT.Panghegar Mitra Abadi has not met the standard. For this reason, the blasting geometry was redesign using the C.J. Konya and R.L.Ash formulas.

Keywords: *flyrock, Blasting Geometry.*

PENDAHULUAN

Di Indonesia perkembangan masusia semakin pesat. Hal ini akan diimbangi dengan penggunaan hasil tambang yang akan menunjang keberlangsungan hidup manusia. Salah satu hasil tambang yang digunakan manusia adalah batuan andesit. Batuan andesit merupakan jenis batuan beku ekstrusif. Batuan andesit terbentuk dari magma dengan temperatur antara 900°C - 1.100°C . Gunung api di Indonesia pada umumnya menghasilkan batuan andesit dalam bentuk lava maupun piroklastik. Batuan andesit digunakan untuk pembangunan infrastruktur seperti jalan raya, jembatan, gedung-gedung, irigasi, landasan terbang (*fly rock*), pelabuhan serta sebagai dimension stone dan lainnya. Perusahaan PT. Panghegar Mitra Abadi merupakan salah satu perusahaan swasta yang bergerak dalam industri pertambangan kuari yang menambang batuan andesit. Perusahaan PT. Panghegar Mitra Abadi melakukan operasi penambangan di Desa Lagadar, Kecamatan Margaasih, Kabupaten Bandung, Provinsi Jawa Barat. Penambangan batu andesit merupakan kegiatan utama perusahaan PT. Panghegar Mitra Abadi, yaitu terdiri dari rangkaian pekerjaan pengeboran, peledakan, pemuatan dan pengangkutan menuju hopper. Kegiatan peledakan bertujuan untuk menghancurkan, melepas ataupun membongkar suatu batuan dari batuan induknya menjadi fragmen-fragmen batuan yang diharapkan sesuai dengan kebutuhan pada kegiatan selanjutnya. Kegiatan peledakan akan menimbulkan masalah apabila sistem pengaturan atau pengontrolan peledakan (*blasting management system*) tidak tepat. Masalah yang timbul akibat peledakan juga beragam. Salah satu masalah yang timbul akibat peledakan adalah adanya batu terbang (*flyrock*). Batu terbang (*flyrock*) adalah fragmentasi batuan yang terlempar terlalu jauh melebihi radius aman akibat energi peledakan. Dampak batu terbang dapat mengakibatkan kerusakan alat produksi dan dapat mengakibatkan cedera bahkan kematian untuk manusia. Hal inilah yang menyebabkan efek batu terbang (*fly rock*) menyebabkan efek batu terbang (*fly rock*) menjadi salah satu perhatian utama pada setiap kegiatan peledakan. Dengan melakukan analisis terhadap potensi terjadinya batu terbang (*fly rock*), diharapkan dapat menentukan lemparan maksimal batu terbang sehingga dapat ditentukan jarak aman, baik bagi peralatan maupun bagi manusia.

METODOLOGI

Metode yang dipakai adalah pengumpulan data secara primer atau langsung di lapangan. Pengukuran lemparan maksimum *flyrock* dilakukan sebanyak 30 kali, dan analisa pengamatan ini menggunakan GPS sebagai acuan radius untuk penentuan lemparan maksimum *flyrock*. Perhitungan jarak lemparan *flyrock* yang dilakukan di lokasi penelitian dilakukan secara teoritis dan aktual dengan berorientasi pada jarak antar spasi, jarak antar burden, tinggi stemming minimum, kedalaman lubang minimum, powder factor, rata – rata isian per lubang ledak dan jarak burden. Untuk perhitungan teoritis menggunakan metode empiris dan analisis dimensi. Metode empiris berdasar teori Richard dan Moore (2005), dan Ludborg (1981)

Menurut pengujian yang telah dilakukan Richard dan Moore (2005), ada 3 faktor utama yang mempengaruhi terjadinya *flyrock* pada kegiatan peledakan yaitu [4]:

1. *Face Burst* terjadi saat jarak *burden* pada baris depan peledakan di lapangan yang terkadang terlalu dekat dapat menyebabkan potensi *flyrock*

$$L = \frac{k^2}{g} \left(\frac{\sqrt{m}}{B} \right)^{2.6} \quad (1)$$

Dimana L = Lemparan maksimal (m),

k = konstanta untuk *overburden* batubara k = 13,5,

g = percepatan gravitasi ($9,8 \text{ m/s}^2$)

m = berat isian bahan peledak per meter (kg/m)

B = *burden* awal (m)

2. *Cratering* terjadi saat tinggi *stemming* yang terlalu pendek serta terdapatnya bidang lemah pada lubang ledak. Bidang lemah tersebut biasanya merupakan material *broken* dari hasil peledakan

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA**

Kupang, 31 Maret 2022

sebelumnya. Berdasarkan kondisi tersebut maka *flyrock* dapat terlempar ke segala arah dari lubang ledak yang diinisiasi. Berikut persamaan yang digunakan.

$$L = \frac{k^2}{g} \left(\frac{\sqrt{m}}{SH} \right)^{2.6} \quad (2)$$

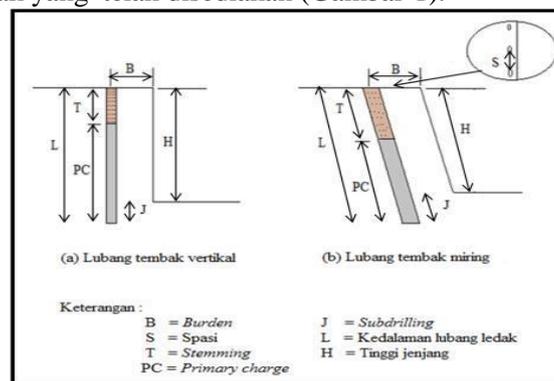
Dimana: L= Lemparan maksimal (m)
k = konstanta untuk *overburden* batubara k =13,5
g = percepatan gravitasi (9,8 m/s²)
m = berat isian bahan peledak per meter (kg/m)
SH = *stemming height* (m)

3. *Rifling* terjadi saat *stemming* sudah sesuai untuk mencegah *flyrock* secara *cratering* namun material *stemming* yang digunakan kurang baik. *Flyrock* yang disebabkan lebih cenderung dari kemiringan lubang ledak karena jika pada lubang ledak tegak *flyrock* diasumsikan akan kembali pada titik semula. Ludborg (1981) mengembangkan persamaan perhitungan empirik untuk memprediksikan lemparan maksimal *flyrock* untuk menghitung rumusnya adalah :

$$L = 143 d(q - 0,2) \quad (3)$$

Dimana: L=lemparan maksimal (m)
d=diameter lubang ledak (inch)
q = *specific charge* (kg/m³).

Dalam menghitung perbandingan *redesign* dengan geometri peledakan aktual menggunakan pendekatan rumus Calvin J. Konya dan R.L.Ash. dalam peledakan yang perlu diperhatikan adalah geometri peledakan Geometri peledakan adalah bentuk bangun daerah yang akan diledakan menggunakan bahan peledak yang telah disediakan (Gambar 1).



Gambar 1. Geometri Peledakan metode R.L. Ash dan metode C.J. Konya

Dalam operasi peledakan ada tujuh parameter standar dasar geometri peledakan yaitu : *burden*, *spacing*, *stemming*, *subdrilling*, kedalaman lubang ledak, panjang kolom isian dan tinggi jenjang. Ukuran parameter geometri peledakan harus ditentukan dengan baik sehingga dapat menciptakan hasil peledakan sesuai ketentuan . Metode penentuan geometri peledakan dikemukakan oleh beberapa ahli.

4. Rancangan Geometri Peledakan Menurut R.L. Ash

Burden dihitung berdasarkan diameter lubang ledak dengan mempertimbangkan konstanta KB yang tergantung pada jenis atau grup batuan dan bahan peledak. Konstanta KB dihitung dirumuskan sebagai berikut:

$$KB = KB.std \times AF1 \times AF2 \quad (4)$$

$$KB = KB.std \times AF1 \times AF2 \quad (5)$$

Dimana:

KB = Konstanta burden

KBstandar = Konstanta yang tergantung jenis batuan dan bahan peledak

$$AF_{AF} = \sqrt[3]{\frac{\text{Energi potensial bahan peledak yang dipakai}}{\text{Energi potensial standar}}} \quad (6)$$

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA**

Kupang, 31 Maret 2022

Energi potensial = SGhandak x VOD²; VOD dalam fps

Energi Potensial standar = 1,20 x 12.000²

$$AF_1 = \left(\frac{SG_{handak} \times (VOD)^2}{SG_{std} \times (VOD)^2} \right)^{1/3} \quad (7)$$

$$AF_2 = \sqrt[3]{\frac{\text{Densitas batuan standar}}{\text{Densitas Batuan yang akan diledakkan}}} \quad (8)$$

Densitas batuan standar = 160 lb/cuft

$$AF_2 = \left(\frac{Dst^{1/3}}{D} \right) \quad (9)$$

Selanjutnya dimensi geometri peledakan dihitung sebagai berikut:

a. Burden (B), $ft = \frac{KB \times D(in)}{12}$ (10)

b. Kedalaman lubang ledak (L) = $K_L \times B$ (11)

c. Subdrilling (J) = $K_J \times B$ (12)

d. Stemming (T) = $K_T \times B$ (13)

e. Spasi (S); KS untuk mengukur spasi tergantung pada kondisi retakan (*joints*) di sekitar lokasi yang akan diledakkan, jumlah bidang bebas dan sistem penyalaan (*firing*) yang diterapkan

5. Rancangan Geometri Peledakan Menurut C.J. Konya [1]

Untuk menghitung

1. *burden* digunakan rumus sebagai berikut :

$$B = 3,15 \times De \sqrt[3]{\frac{SGe}{SGr}} \quad (14)$$

Dimana

B = Burden (ft);

SGe = Berat jenis bahan peledak

SGr = Berat jenis batuan

De = Diameter lubang ledak (inchi).

2. Spasi

Besarnya spasi dapat ditentukan berdasarkan sistem tunda yang direncanakan

- Serentak tiap baris lubang ledak
 $H < 4B$; $s = H + 2B/3$; $H > 4B$; $S = 2B$
- Beruntun dalam tiap baris
 $H < 4B$; $s = H + 7B/8$; $H > 4B$; $S = 1,4B$

3. *Stemming* (T)

Batuan Massive T = B

Batuan Berlapis T = 0,7 B

4. *Subdrilling* (J)

$$J = 0,3 \times B \quad (15)$$

Dimana :

J = Subdrilling (meter)

B = Burden (meter)

5. Kedalaman lubang ledak (L);

$$L = H + K \quad (16)$$

Dimana ;

H = Tinggi jenjang

J = subdrilling

6. Kolom isian bahan peledak/*Primary charge* (PC)

$$PC = L - T \quad (17)$$

SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I UNIVERSITAS NUSA CENDANA

Kupang, 31 Maret 2022

Dimana:

PC= Primary Charge (meter)

L= Kedalaman Lubang Ledak(meter)T= Stemming (meter)

7. Tinggi jenjang/banch hight (H)

$$H = L - J \quad (18)$$

Dimana;

H= tinggi jenjang (meter)

L= Kedalaman Lubang Ledak (meter)

J = Subdrilling

Analisis Data

Data-data yang telah dikumpulkan akan di analisis untuk mengetahui masalah- masalah yang terjadi dalam kegiatan peledakan terkhususnya material hasil peledakana yang terlempar melebihi batas aman atau yang disebut batu terbang (*flyrock*). Kemudian dilakukan evaluasi untuk penanganan terhadap masalah batu terbang (*flyrock*) karena dapat berbahaya bagi alat mekanis maupun manusia.

HASIL DAN BAHASAN

Pengaruh Ukuran Burden dan Ukuran Stemming Terhadap Potensi Terjadinya Batu Terbang (*Flyrock*)

a. Facebus

$$L = \frac{k^2}{g} \left(\frac{\sqrt{m}}{B} \right)^{2.6}$$

$$L = \frac{25^2}{9,8} \left(\frac{\sqrt{2,5}}{1,6} \right)^{2.6}$$

$$L = 60 \text{ meter}$$

b. Catering

$$L = \frac{k^2}{g} \left(\frac{\sqrt{m}}{B} \right)^{2.6}$$

$$L = \frac{25^2}{9,8} \left(\frac{\sqrt{2,5}}{3,49} \right)^{2.6}$$

$$L = 7,6 \text{ meter}$$

Jarak Lemparan Maksimum Batu Terbang (*Flyrock*)

Ludborg (1981)

$$\begin{aligned} L &= 143d(q - 0,2) \\ &= 143 \times 2,5 (0,34 - 0,2) \\ &= 50,05 \text{ meter} \end{aligned}$$

Denga ukuran butir batua sebesar:

$$\begin{aligned} \varphi &= 0,1d^{2/3} \\ &= 0,17 \text{ meter} \end{aligned}$$

Redesign

Rancangan Geometri Peledakan Menurut R.L.Ash

SGhandak using = 0,8 gr/cc

SGhandak standard = 1,2

VoDusing = 2.500 m/s → 8.202 fps

VoDstandard = 12.000 fps

Dusing = 2,6 t/m³ → 163,54 lb/cuft

Dstd = 160 lb/cuft

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA**

Kupang, 31 Maret 2022

$$KB = KB_{std} \times AF1 \times AF2$$

$$KB = 20 \times AF1; \left(\frac{SG_{Handak} \times (VOD)^2}{SG_{std} \times (VOD)^2} \right)^{1/3} \times AF2 \left(\frac{D_{std}}{D} \right)^{1/3}$$

$$KB = 20 \times \left(\frac{0,8 \times (8.202)^2}{1,2 \times (12.000)^2} \right)^{1/3} \times \left(\frac{160}{163,54} \right)^{1/3}$$

$$KB = 13,86$$

- Burden

$$B = \frac{KB \times D}{12}$$

$$B = \frac{13,86 \times 2,5}{12}$$

$$B = 2,88 \text{ meter} = 3 \text{ meter}$$

- Spasi

$$S = Ks \times B \rightarrow Ks - 1,20 - 1,80$$

$$S = 1,20 \times 3$$

$$S = 3,6 \text{ meter}$$

- Stemming

$$T = KT \times B \rightarrow Kt - 0,7 - 1,0$$

$$T = 1,20 \times 3$$

$$T = 2,1 \text{ meter}$$

- Subdrilling (J)

$$J = Kj \times B \rightarrow 0,2 - 0,4$$

$$J = 0,2 \times 3$$

$$J = 0,6 \text{ meter}$$

- Kedalaman Lubang Ledak (L)

$$L = Kl \times B \rightarrow 1,54$$

$$L = 1,5 \times 3$$

$$L = 4,5 \text{ meter}$$

- Powder Coulomb (C)

$$PC = L - T$$

$$PC = 4,5 - 2,1$$

$$PC = 2,4 \text{ meter}$$

2. Rancangan Geometri Peledakan Menurut C.J.. Konya

- Burden

$$B = 3,15 \times De \sqrt[3]{\frac{SGe}{SGr}}$$

$$B = 3,15 \times 2,5 \left(\frac{0,8}{2,6} \right)^{1/3}$$

$$B = 5,52 \text{ fit} - 1,6 \text{ meter}$$

- Spasi

$$S = \frac{H + 7B}{8}$$

$$S = \frac{4 + (7 \times 1,6)}{8}$$

$$S = 1,9 \text{ meter} = 2 \text{ meter}$$

- Stemming (T)

$$T=B$$

$$T=2 \text{ meter}$$

- Subdrilling

SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I UNIVERSITAS NUSA CENDANA

Kupang, 31 Maret 2022

$$J = 0,30 \times 1,6$$

$$J = 0,48 \text{ meter}$$

- Kedalaman Lubang Ledak (L)

$$L = H + J$$

$$L = 4 + 0,48$$

$$L = 4,48 \text{ meter}$$

- Powder Column (PC)

$$PC = L - T$$

$$PC = 4,48 \text{ m} - 1,6 \text{ m}$$

$$PC = 2,88 \text{ meter}$$

- Ketinggian Jenjang (H) dengan diameter lubang ledak 2,5 inchi maka

$$H = 12,5 \text{ ft} \rightarrow 3,8 \approx 4 \text{ meter}$$

SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengamatan, pembahasan dan analisis data yang telah penulis buat, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan antara lain :

Dari hasil kajian rumus *faceburst* dan *cratering* dari Richard dan Moore (2005) yang digunakan untuk menghitung pengaruh nilai Burden dan nilai *stemming* terhadap potensi terjadinya batu terbang (*fly rock*) didapatkan hasil jarak lemparan batuan setelah peledakan sejauh 60 meter. Hal ini, dikarenakan nilai rata-rata dari burden aktual lebih kecil dari standar penentuan nilai burden dari rumus R.L.Ash dan C.J.Konya. Jarak lemparan maksimum batu terbang (*fly rock*) dari hasil perhitungan menggunakan persamaan Ludborg adalah 50,05 meter dengan perkiraan ukuran butir batuan sebesar 0,17 meter.

Geometri *redesign* dan geometri peledakan aktual di PT. Panghegar Mitra Abadi didapatkan nilai *burden*, *stemming*, *spacing*, kedalamanlubang ledak dan *subdrilling*, metode C.J. Konya $B = 3 \text{ m}$, $Spasi = 3,6 \text{ m}$, $Stemming = 2,1 \text{ m}$, kedalaman Lubang ledak = 4,5, $PC = 4,5 \text{ m}$, $Subdrilling = 2,4 \text{ m}$, dan tinggi jenjang = 3,9m. Metode RL Ash burben = 1,6 m, spasi = 2 m, stemming = 1,6m, kedalaman lubang ledak = 4,48 m, $PC = 2,88 \text{ m}$, $subdrilling = 0,48$ dan tinggi jenjang = 4 m lebih berpotensi menghasilkan efek batu terbang (*fly rock*)

Hal ini dikarenakan nilai geometri yang di tetapkan di PT. Panghegar Mitra Abadi belum memenuhi standar penentuan rumus R.L.Ash dan Calvin J. Konya. Untuk itu dalam menentukan geometri peledakan harus dihitung menggunakan persamaan yang sudah ditetapkan oleh para ahli seperti C.J.Konya dan R.L.Ash penerapan waktu tunda menjadi suatu alternatif dalam mengurangi potensi batu terbang.

SARAN

Setelah dilakukan pengamatan, bahasan dan analisis data maka disampaikan saran sebagai berikut :

1. Agar terhindar dari bahayanya efek batu terbang makaperalatan produksi dan manusia tidak boleh berada pada jarak 80 meter dari area peledakan.
2. Ukuran *burden*, ukuran *stemming* harus ditentukan berdasarkan persamaan parah ahli seperti R.L.Ash dan C.J.Konya sehingga dapat mengurangi potensi batu terbang.
3. Tingkatkan fungsi pengawasan pada aktifitas penentuan titik lubang ledak

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Konya, C.J, 1990, *Surface Blast Design*, Precision Blasting Services Montville, Ohio.
- [2] Manon, J.J, 1978, *E/MJ Operating Handbook Of Mineral Underground Mining*, Explosives: Their Classification And Characteristics, Sisselman, R (Ed), McGraw-Hill, Inc. New York, Hal. 76- 80.
- [3] McKenzie, C. K, 2009, Flyrock Range and Fragment size prediction: <http://docs.isee.org/ISEE/Support/Proceed/General/09GENV2/09v206g.pdf>.
- [4] Moore, A.J, & Richards, A.B, 2004, *Fly Rock Control*, Terrock Consulting Engineers

SINTESIS 2-MONOKAPRIN DARI ASAM KAPRAT

Hendrikus Paulus Malelak, Antonius Ola, Febri Odel Nitbani

*Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Jln. Adisucipto, Penfui,
Kupang, Nusa Tenggara Timur, 85001, Indonesia
Email: febri_nitbani@yahoo.com*

Abstrak

Sintesis senyawa 2-monokaprin dilakukan melalui jalur etanolisis enzimatis. Sintesis ini melalui 2 tahap, yaitu sintesis trikaprin dan etanolisis trikaprin. Sintesis trikaprin dilakukan dengan mereaksikan asam kaprat dan gliserol dengan H₂SO₄ sebagai katalis. Hasil yang diperoleh berupa cairan kuning kental dengan rendemen 32%. Senyawa trikaprin kemudian dietanolisis dengan bantuan enzim lipozim TL IM sebagai katalis sehingga diperoleh 2-monokaprin berupa cairan kuning dengan rendemen sebesar 57%. Senyawa 2-monokaprin yang diperoleh dikarakterisasi menggunakan KLT, Spektroskopi IR dan NMR.

Kata Kunci: *Trikaprin, 2-Monokaprin, Asam kaprat, etanolisis*

Abstract

The synthesis of 2-monocaprone compound was carried out through the enzymatic ethanollolysis pathway. This synthesis went through 2 stages, namely tricaprone synthesis and tricaprone ethanollolysis. Tricaprone synthesis was carried out by reacting capric acid and glycerol with H₂SO₄ as a catalyst. The results were obtained in the form of a thick yellow liquid with a yield of 32%. The tricaprone compound was then ethanolyzed with the help of the enzyme lipozyme TL IM as a catalyst to obtain 2-monocaprone in the form of a yellow liquid with a yield of 57%. The 2-monocaprone compound obtained was characterized using TLC, IR spectroscopy, and NMR

Keyword: *Tricaprone, 2-Monocaprone, Capric acid, ethanollolysis*

PENDAHULUAN

Monoasilgliserol merupakan kelompok gliserida yang terdiri dari suatu molekul gliserol yang berikatan dengan asam lemak melalui ikatan esternya. Monoasilgliserol berfungsi sebagai emulsifier dan bahkan sebagai substansi anti mikroba khususnya jika dihasilkan dari minyak kelapa atau dari minyak inti sawit [4]. Penggunaan monoasilgliserol sebagai emulsifier di industri pangan untuk digunakan pada pengolahan *margarin, peanut butter, coffe whitener, confectionary*, puding, roti, biskuit dan kue-kue kering.

Monokaprin adalah pengemulsi makanan yang paling banyak digunakan karena mengandung asam lemak rantai samping C₁₀ dan umumnya dikenal sebagai aditif makanan yang aman. Selain itu, monokaprin juga menunjukkan efek penghambatan yang luas terhadap pertumbuhan bakteri yang ditularkan melalui makanan, termasuk *Campylobacter jejuni, Salmonella spp, Bacillus cereus, Salmonella typhimurium dan Escherichia coli* serta jamur seperti spesies *Penicillium* dan *Aspergillus*, dan virus seperti HIV, HSV, *Chlamydia trachomatis* dan *Neisseria gonorrhoeae* [3].

Monokaprin dapat disintesis menggunakan berbagai metode sintesis monoasilgliserol. Produksi monoasilgliserol skala industri dilakukan dengan metode gliserolisis kimiawi berkelanjutan dari lemak dan minyak, menggunakan katalis anorganik seperti kalium hidroksida atau Ca (OH)₂. Metode ini memiliki kelemahan yaitu membutuhkan suhu reaksi yang tinggi (220-250°C). Temperatur yang tinggi ini menyebabkan produk yang dihasilkan berwarna gelap dengan bau yang tidak diinginkan. Reaksi gliserolisis dapat dilakukan dengan menggunakan katalis enzim. Enzim yang sering digunakan adalah enzim lipase.

Sintesis enzimatis monoasilgliserol menggunakan lipase, memiliki keuntungan seperti dilakukan pada suhu lebih rendah, menghasilkan produk berkualitas lebih tinggi, konsumsi energi lebih rendah dan limbah cair lebih ramah lingkungan. Sintesis enzimatik monokaprin menggunakan lipase sebelumnya pernah dilaporkan oleh Da Silva *et al* (2003) dengan menggunakan esterifikasi asam kaprat dan gliserol menghasilkan produk monokaprin sebesar 61,3% [1].

Banyaknya manfaat dari monokaprin yang diaplikasikan dalam industri makanan, kosmetik dan

SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I UNIVERSITAS NUSA CENDANA

Kupang, 31 Maret 2022

farmasi maka perlu dilakukan pengembangan metode untuk mensintesis monokaprin secara enzimatik. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mensintesis senyawa 2-monokaprin melalui jalur etanolisis enzimatis.

METODE

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah: alat-alat gelas laboratorium, satu set alat refluks, corong pisah, alat timbang elektrik (Libror EB-330 Shimadzu), satu set evaporator Buchi (R-124), Kromatografi Gas-Spektrometer massa (GC-MS, Shimadzu QP - 2010).

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah asam kaprat, gliserol, metanol, etanol, Na_2CO_3 , Na_2SO_4 anhidrat, aquades dan enzim lipase.

Prosedur Kerja

Sintesis Trikaprin

Asam kaprat (0,0097 mol), gliserol (0,097 mol) dan larutan asam sulfat 5% direfluks pada suhu 120°C selama 7 jam, kemudian ditetesi larutan NaOH 10% pada campuran hingga pH campuran mencapai 13. Produk diekstraksi dengan n-heksana dan lapisan organik dicuci dengan aquades sampai pH netral. Fase organik kemudian dikeringkan dengan natrium sulfat dan dievaporasi pelarutnya.

Etanolisis Trikaprin

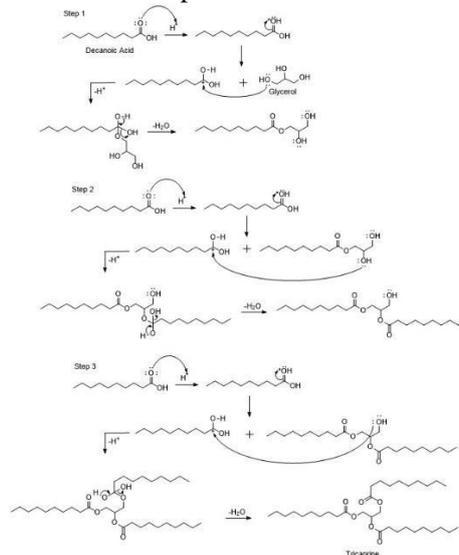
Trikaprin (0,0013 mol) dilarutkan dalam etanol, dan campuran diinkubasi pada 35°C selama 24 jam dengan adanya enzim lipase sebagai katalis. Setelah 24 jam campuran disaring, dan filtrat diencerkan dengan etanol 80%. Produk samping dihilangkan menggunakan n-heksana. Fase air diuapkan dan dimurnikan menggunakan plat KLT dengan perbandingan n-heksana: etil asetat 7:3 sebagai fase gerak, kemudian noda yang diperoleh dikeringkan, digerus dan ditimbang beratnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sintesis Trikaprin

Senyawa Trikaprin adalah senyawa turunan asam kaprat dengan komponen utama minyak trigliserida rantai menengah, yang memiliki potensi antiandrogen dan sifat anti hiperglikemik. Trikaprin dihidrolisis menjadi asam kaprat yang mengikat dan mengaktifkan sebagian peroksisom proliferasi-activated receptor PPAR-gamma, serta PPAR-alpha dan PPAR- beta/delta, tanpa menginduksi adipogenesis. Sintesis trikaprin dilakukan menggunakan reaksi esterifikasi.

Reaksi esterifikasi merupakan reaksi substitusi asil nukleofil dengan katalisator asam [2]. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah refluks, penggunaan metode refluks dalam penelitian ini karena reaksi dilakukan pada suhu tinggi yang menyebabkan reaksi menjadi kering, penggunaan metode ini agar uap yang terbentuk dapat terkondensasi dalam kondensor sehingga reaksi tidak menjadi kering. Berikut adalah mekanisme reaksi sintesis trikaprin.



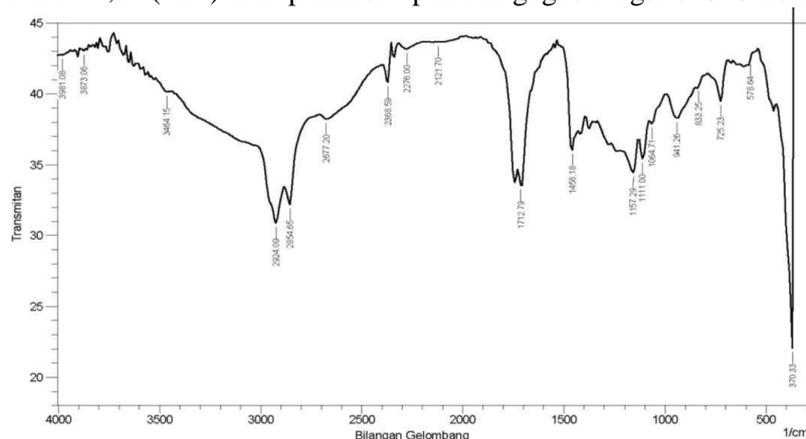
Gambar 1. Mekanisme reaksi sintesis trikaprin

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA
Kupang, 31 Maret 2022**

Sintesis trikaprin dilakukan dengan mereaksikan asam kaprat dengan asam sulfat agar H sebagai asam dari asam sulfat memprotonasi O dari gugus karbonil dari senyawa asam kaprat dan terbentuk gugus -OH muatan (+) pada atom oksigen dengan keadaan tidak stabil sehingga terjadi polarisasi, polarisasi terjadi dengan pemutusan ikatan rangkap yang dimana ikatan phi (π) putus dan tersisa ikatan zigma (Σ) dan terbentuklah gugus OH yang menyebabkan atom C pada gugus karbonil menjadi lebih positif atau C karbonil memiliki sifat karbokation. Setelah terbentuk karbokation, direaksikan dengan gliserol sehingga gugus hidroksil (OH) dari gliserol menyerang karbokation dari gugus C karbonil sehingga salah satu gugus OH pada pada senyawa asam kaprat putus dan terbentuklah senyawa trikaprin.

Campuran yang dihasilkan kemudian diekstraksi menggunakan n-Heksan dan dicuci dengan aquades dalam corong pisah untuk memisahkan komponen-komponen yang merupakan produk yang larut dalam n-Heksan dan pengotor yang diduga bersifat polar yang larut dalam air. Digunakan pelarut n-Heksan karena produk 2,3-di(decanoyloxy) propyl decanoate/ (glyceryl tricaprinate) memiliki sifat non polar yang disumbangkan oleh rantai alkil. Setelah dicuci dengan aquades diukur pH, fasa n-Heksan memiliki pH 9 kemudian pH dinetralkan menggunakan H₂SO₄. Setelah pH netral dilakukan evaporasi hingga n-Heksan menguap, setelah n- Heksan menguap diperoleh hasil Trikaprin (glyceryl tricaprinate) berupa cairan berwarna kuning dengan rendemen 32%.

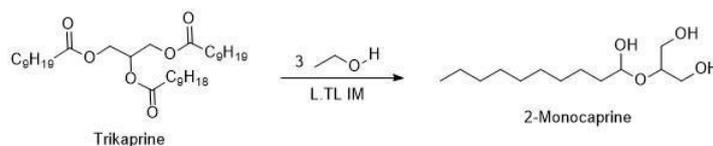
Spektrum IR pada bilangan gelombang 2924,09 (cm⁻¹) dan 2854,65 (cm⁻¹) adalah karakteristik yang disebabkan adanya rentangan gugus Csp³-H. Serapan tajam di daerah 1712,79 (cm⁻¹), diperkuat dengan adanya overtone di daerah 3464,15 (cm⁻¹) yang merupakan serapan dari gugus -C=O- karbonil. Serapan pada bilangan gelombang 1458,18 (cm⁻¹) merupakan serapan dari gugus metilen -CH₂-. Serapan pada daerah 1157,29 (cm⁻¹) merupakan serapan dari gugus fungsi C-O-C Ester.



Gambar 2. Spektrum IR Trikaprin

Sintesis 2-Monokaprin

Sintesis 2-monokaprin dilakukan menggunakan metode etanolisis. Metode etanolisis adalah pemecahan struktur dengan menggunakan enzim lipozim TL IM dan pelarut etanol. Enzim lipozim TL IM bekerja secara regioselektif dengan melisis gliserol ester pada atom karbon satu dan tiga yang dapat menyebabkan terbentuknya senyawa 2 monokaprin dengan skema reaksi sebagai berikut.



Gambar 3. Skema reaksi sintesis 2-monokaprin

Senyawa trikaprin direaksikan dengan enzim lipozim TL IM dalam etanol selama 24 jam. Enzim lipozim TL IM merupakan katalis yang bersifat regioselektif yang dapat meningkatkan regioselektivitas dari suatu senyawa yang bereaksi. Enzim liposim TL IM (R1,3) akan mengarahkan arah serangan nukleofil dari etanol terhadap trikaprin yang merupakan trigliserida pada posisi C no.1 dan C no.3.

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA
Kupang, 31 Maret 2022**

Enzim lipozim TL IM aktivitasnya akan menurun jika lingkungan sekitarnya mengandung air atau tidak dapat bekerja dengan baik apabila mengkatalisis senyawa yang mengandung air oleh karena itu penggunaan pereaksi etanol dikeringkan terlebih dahulu dengan menggunakan Na_2SO_4 anhidrat.

Suhu merupakan faktor yang dapat mempengaruhi produk yang dihasilkan, semakin tinggi suhu dalam suatu reaksi produk yang dihasilkan akan semakin banyak, namun suhu tinggi dapat merusak komponen aktivitas dari suatu senyawa ataupun dapat merusak senyawa yang dihasilkan [5]. Selain suhu yang tinggi dapat menurunkan komponen aktivitas dari suatu senyawa dilihat dari katalis enzim yang digunakan merupakan protein yang akan rusak atau terdenaturasi akibat suhu yang tinggi.

Setelah 24 jam reaksi dihentikan dan dilakukan pemisahan dengan cara disaring untuk memisahkan enzim dari produk dan dilakukan dengan ekstraksi menggunakan larutan hidroalkoholik. Larutan hidroalkoholik dibuat dengan cara mencampurkan air dan etanol dengan perbandingan 80:20. Tujuan dari penggunaan larutan hidroalkoholik yaitu dilihat dari sifat kelarutan antara etanol dan n-heksan yang memungkinkan keduanya dapat tercampur sempurna karena tetapan dielektrik dari etanol 24,3 dan n-heksan 1,88

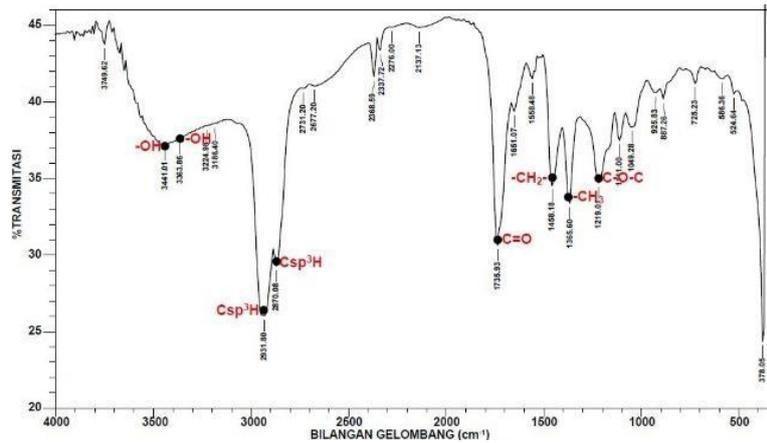
Setelah dilarutkan dalam larutan hidroalkoholik kemudian dicuci menggunakan n-heksan dengan tujuan melarutkan pengotor yang bersifat non-polar yang diduga berupa etil kaprat dan trikaprin yang belum terkonversi menjadi 2-monokaprin. Setelah produk target dicuci dengan n-heksan diambil fasa etanol air kemudian dikeringkan dengan Na_2SO_4 anhidrat lalu dievaporasi dan diperoleh produk 0,85 g pada dengan tampilan cairan kuning mudah dengan rendemen 57%.

Analisis KLT dilakukan dengan menggunakan eluen n-heksana:etil asetat dengan perbandingan 7:3. Untuk memvisualisasi noda pada plat KLT digunakan uap dari iodium. Hasil KLT menunjukkan adanya satu noda dibagian bawah plat yang merupakan representasi dari senyawa 2-monokaprin.



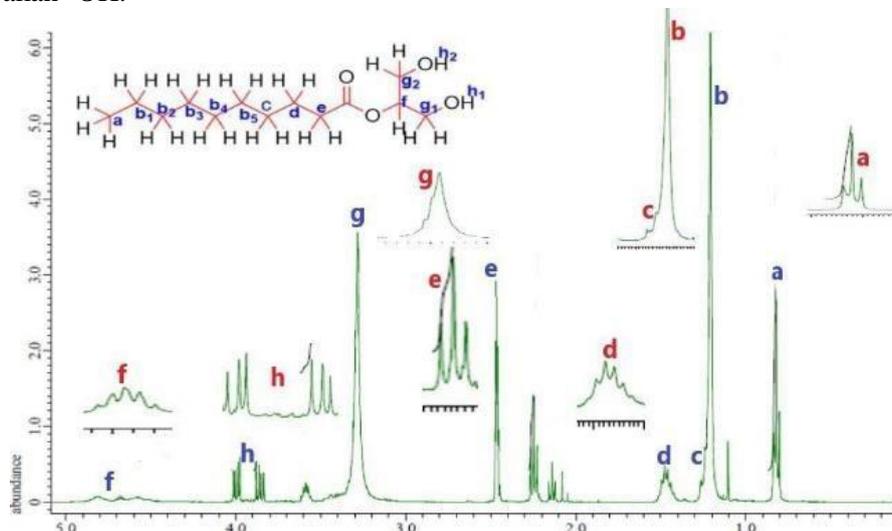
Gambar 4. KLT 2-monokaprin

Spektrum IR menunjukkan serapan pada bilangan gelombang $3441,01(\text{cm}^{-1})$ - $3186,40(\text{cm}^{-1})$ merupakan serapan dari gugus fungsi OH. Pada bilangan gelombang $2931,80(\text{cm}^{-1})$ dan $2870,08(\text{cm}^{-1})$ adalah karakteristik yang disebabkan adanya rentangan gugus $-\text{C}^3-\text{H}-$. Serapan tajam di daerah $1735,93(\text{cm}^{-1})$, diperkuat dengan adanya overtone di daerah $3749,62(\text{cm}^{-1})$ yang merupakan serapan dari gugus $(-\text{C}=\text{O})$ karbonil. Serapan pada bilangan gelombang $1458,18(\text{cm}^{-1})$ merupakan serapan dari gugus metilen $(-\text{CH}_2-)$. Serapan pada daerah $1365,60(\text{cm}^{-1})$ merupakan gugus fungsi dari metil $(-\text{CH}_3)$ Serapan pada daerah $1219,01(\text{cm}^{-1})$ merupakan serapan dari gugus fungsi C-O-C ester.



Gambar 5. Spektrum IR 2-monokaprin

Pada spektrum ¹H-NMR terdapat 8 puncak. Puncak a merupakan pergeseran kimia $\delta H = 0,82$ ppm triplet dengan integrasi 3H yang merupakan gugus metil (-CH₃) pada atom C10 gugus kapril. Puncak b dengan pergeseran kimia $\delta H = 1,20$ ppm H singlet dengan integrasi 10 H adalah gugus metilen (-CH₂-CH₂-) yang berada pada C9-C5 gugus kapril. Puncak b memiliki peak tertinggi, disebabkan adanya banyak atom H yang terintegrasi. Puncak c dengan pergeseran kimia $\delta H = 1,27$ ppm H triplet dengan integrasi 2H adalah serapan dari gugus -CH₂- pada atom C4 gugus kapril. Puncak d $\delta H = 1,46$ ppm, quintet 2H adalah gugus -CH₂- pada atom C3 gugus kapril. Puncak E dengan pergeseran kimia $\delta H = 2,46$ ppm H triplet dengan integrasi 2H merupakan gugus -CH₃ pada atom C2 gugus kapril. Puncak f dengan pergeseran kimia $\delta H = 4,68$ ppm doublet of doublet dengan integrasi 1H adalah gugus -O-CH-CH₂-. Puncak g dengan pergeseran $\delta H = 3,28$ ppm H triplet dengan integrasi 2H yang menunjukkan gugus CH₂-OH. Puncak H $\delta H = 3,90$ ppm dan 3,99 ppm dengan pola sinyal double triplet merupakan -OH.



Gambar 6. Spektrum H-NMR 2-monokaprin

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat disimpulkan bahwa senyawa 2-monokaprin dapat sintesis melalui jalur etanolisis enzimatis dengan rendemen sebesar 57%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Da Silva, M.A.M., Madeiros, V.C., Langone, M.A.P and Freire, D.M.G. 2003. *Synthesis of Monocaprin Catalyzed by Lipase. Applied Biochemistry and Biotechnology. Vol 105-108.*
- [2] Fessenden, Ralph J & Fessenden, Joan S. 1995. *Kimia Organik*. Edisi Ketiga. Erlangga. Jakarta
- [3] Ma, Maomao., Wen, X., Xie, Y., Guo, Z., Zhao, R., Yu, P., Gong, D., Deng, S., and Zheling Zeng.

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA**

Kupang, 31 Maret 2022

2017. *Antifungal activity and mechanism of monocaprin against food spoilage fungi. J.foodcont.2017.07.022.*
- [4] Mapiratu, and Frida Dwi Anggraini. "Pembuatan Diglisierida Dari Santan Kelapa Menggunakan Enzim Lipase Kecambah Biji Wijen." *Conference on Innovation and Application of Science and Technology (CIASTECH)*. Vol. 3. No. 1. 2003.
- [5] Zeng, Fan-kui., Yang, Bo., Wang, Yong-hua., Wang, Wei-fei., Ning, Zhengxiang., Li, Lin., 2010, Enzymatic Production of Monoacylglycerols with 63 Camellia Oil by the Glycerolysis Reaction, *J. Am Oil Chem. Soc.*,87,531-537

Efektifitas *Hand Sanitizer* Arak Bakar Menyala Inerie-Flores Kombinasi Ekstrak Sirih (*Piper betle L.*) terhadap Daya Hambat Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus Aureus* dan *Escherichia Coli*

Marry Anjel Nicholin Dose Ba, Maria Katharina Longa

Kimia, SMA Swasta Katolik Regina Pacis Bajawa Jl. Yos Soedarso, No.20, Kelurahan Trikora,
Kecamatan Bajawa, Kabupaten Ngada, Nusa Tenggara Timur, 86414-Indonesia
E-mail: nikenba266@gmail.com

Abstract

Hand sanitizer is a hand antiseptic that has antibacterial ability to inhibit and kill the bacteria. The study aimed to find out the effectiveness of burning arak hand sanitizer combination of betel extract (Piper betle L.) against the growth of Staphylococcus aureus and Escherichia coli bacteria. Burning arak comes from Inerie-Flores District of Ngada Regency of East Nusa Tenggara province whose use is still limited as a traditional alcoholic beverage in the Flores area. Burning arak used as the main raw material is obtained from Inerie-Flores district of Ngada Regency which is further distilled to produce alcohol with a concentration of 70-75%. Alcohol distillation is tested phytochemically to find out the presence of phenol compounds that can cause irritation to the skin. Phytochemical tests showed negative results. Betel leaves are sorted, washed thoroughly, finely striped and then matched with distillation alcohol solvents. Hand sanitizer is made by mixing 800 mL destilat burning arak about 42 mL H₂O₂, 15 mL glycerol, and 143 mL of betel leaves extract. Organoleptic examination of the resulting hand sanitizer is liquid with a clear greenish color, strong betel flavor, and has a pH of 5. Testing the effectiveness of hand sanitizer through bland power using the technique of the ringer with the acquisition of the diameter of the resistance value of the growth of Staphylococcus aureus and Escherichia coli bacteria of 20.4 mm and, of 24.8 mm, of each other. The resistance zone value shows that the hand sanitizer product is effective in inhibiting the growth of Staphylococcus aureus and Escherichia coli bacteria because it has a large bland zone diameter of >19 mm. This hand sanitizer combination has the potential to be developed into a more varied burning arak-based product.

Keywords: Hand sanitizer, burning arak, betel leaves extract, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*

Abstrak

[The Effectiveness of Inerie-Flores Burned Arak Hand Sanitizer Combination of Betel Extract (*Piper betle L.*) against Inhibitory Growth of *Staphylococcus Aureus* and *Escherichia Coli* Bacteria] *Hand sanitizer merupakan pembersih tangan yang memiliki kemampuan antibakteri dalam menghambat hingga membunuh bakteri. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektifitas hand sanitizer arak bakar menyala kombinasi ekstrak sirih (piper betle L.) terhadap pertumbuhan bakteri Staphylococcus aureus dan Escherichia coli. Arak bakar menyala berasal dari Kecamatan Inerie-Flores Kabupaten Ngada yang pemanfaatannya masih terbatas sebagai minuman tradisional beralkohol di daerah Flores. Arak bakar menyala yang digunakan sebagai bahan baku utama diperoleh dari Kecamatan Inerie-Flores Kabupaten Ngada yang selanjutnya didestilasi hingga menghasilkan alkohol dengan konsentrasi 70-75%. Alkohol hasil destilasi diuji secara fitokimia untuk mengetahui keberadaan senyawa fenol yang dapat menyebabkan iritasi pada kulit. Uji fitokimia menunjukkan hasil yang negatif. Daun sirih disortir, dicuci bersih, dirajang halus lalu dimaserasi dengan pelarut alkohol hasil destilasi. Pembuatan hand sanitizer dilakukan dengan mencampurkan destilat 800 mL destilat arak bakar menyala, 42 mL H₂O₂, 15 mL gliserol, dan 143 mL ekstrak daun sirih. Pemeriksaan organoleptik hand sanitizer yang dihasilkan berbentuk cair dengan warna bening kehijauan, beraroma sirih yang kuat, dan memiliki pH sebesar 5. Pengujian efektifitas hand sanitizer melalui daya hambat menggunakan teknik pecandang dengan perolehan diameter zona hambat pertumbuhan bakteri Staphylococcus aureus dan Escherichia coli berturut-turut sebesar 20,4 mm dan 24,8 mm. Nilai daya hambat tersebut menunjukkan produk hand sanitizer ini efektif menghambat pertumbuhan bakteri Staphylococcus aureus dan Escherichia coli karena memiliki diameter zona hambat yang besar yaitu >19 mm. Kombinasi hand sanitizer ini potensial untuk dikembangkan menjadi produk berbasis arak bakar menyala yang lebih bervariasi.*

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA
Kupang, 31 Maret 2022**

Kata Kunci: *Hand sanitizer, Arak bakar menyala, Ekstrak sirih, Staphylococcus aureus, Escherichia coli*

PENDAHULUAN

Sejak Desember tahun 2019, dunia digemparkan oleh penyakit mematikan yang disebabkan oleh *Corona virus Disease (covid-19)*. *Corona virus* menyerang sistem pernapasan melalui sentuhan fisik dan droplets orang yang terinfeksi dan menyebabkan kematian. Penyebaran *covid-19* tergolong cepat dan menyebabkan hampir seluruh negara memberlakukan peraturan pembatasan aktivitas [23]. Kondisi ini ditanggapi oleh Pemerintah Indonesia dengan memberlakukan *new normal* sebagai skenario untuk mempercepat penanganan *covid-19* dalam aspek kesehatan dan sosial-ekonomi dengan mempertimbangkan studi epidemiologis. Penerapan *new normal* dapat diimplementasikan jika negara memiliki kapasitas pelayanan kesehatan yang mampu mendeteksi, menguji, mengisolasi, dan menangani setiap kasus yang disebabkan oleh *covid-19*. Peraturan Menteri Kesehatan (permenkes) No.9 Tahun 2020 mengamanatkan pencegahan *covid-19* melalui penerapan protokol kesehatan yang meliputi 5M, yaitu: Memakai masker, Mencuci tangan menggunakan air mengalir, Menjaga jarak, Menjauhi kerumunan, dan Mengurangi mobilitas dengan tidak sering berada di luar rumah. Mencuci tangan merupakan salah satu tindakan sanitasi yang dilakukan dengan membersihkan jari tangan dengan sabun dan air mengalir [13]. Selain menggunakan sabun, kegiatan membersihkan tangan dari bakteri/virus dapat dilakukan dengan menggunakan antiseptik berupa *hand sanitizer*.

Hand Sanitizer merupakan zat antiseptik yang didalamnya terdapat alkohol dengan persentase 60-95% [21]. Menurut Asngad & Nopitasari (2018) *hand sanitizer* dapat membunuh kuman, bakteri, jamur maupun virus dalam waktu relatif cepat, karena mengandung senyawa alkohol (etanol, propanol, isopropanol) dengan konsentrasi \pm 60% sampai 80% dan golongan fenol (klorheksidin, triklosan). Golongan fenol yang dapat digunakan dalam sediaan antiseptik tangan adalah triklosan. Triklosan merupakan jenis disinfektan lain yang dapat menghasilkan respon positif lebih kuat dibandingkan alkohol yaitu kurang korosif. Kadar triklosan sebagai antiseptik adalah 0,05% sampai dengan 2% [27]. Namun, ada bahaya yang ditimbulkan oleh triklosan, yaitu bisa membuat bakteri menjadi kebal dan dapat mengganggu proses normal kerja hormon dengan berubah menjadi racun tiroid serta beracun terhadap reproduksi dan perkembangan kesehatan juga dapat menyebabkan iritasi kulit dan gangguan endokrin [14]. Melihat adanya dampak negatif penggunaan triklosan, maka eksplorasi potensi ekstrak tanaman sebagai antibakteri pengganti triklosan dalam formulasi *hand sanitizer* perlu dilakukan sebagai solusi mengatasi masalah tersebut. Penelitian Tenda et al. (2017) berhasil membuat *hand sanitizer* dari ekstrak etanol kulit pohon falok dengan melakukan uji aktivitas antibakteri terhadap bakteri *staphylococcus aureus* pada konsentrasi etanol yang berbeda dengan rata-rata diameter zona hambat dari masing-masing konsentrasi adalah 22,5% sebesar 1,33 cm, 45% sebesar 1,66 cm, 75% sebesar 1,90 cm, 100% sebesar 2,13 cm [25]. Penelitian Fathoni et al. (2019) membuat *hand sanitizer* dengan memanfaatkan produk cium bekonang setelah didestilasi hingga kadar etanol 70% dan dikombinasi bersama sirih [9].

Holifah et al. (2020) meneliti bahwa gel *hand sanitizer* ekstrak etanol pelepah pisang kepok (*Musa paradisiaca L.*) pada konsentrasi 35%, 40%, dan 45% tidak efektif sebagai antibakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* karena zona hambat yang dihasilkan sangat lemah (kurang dari 5 mm) [10]. Hasil pengujian sampel arak Jowo oleh Aziz & Hariyani (2019) menunjukkan kandungan etanol dengan hasil penetapan kadar etanol dari 3 botol sampling sebesar 42,84%, 38,77% dan 35,31%. Salah satu tumbuhan yang dapat dimanfaatkan sebagai *hand sanitizer* adalah jeruk nipis yang mengandung unsur-unsur senyawa kimia yang bermanfaat, seperti minyak atsiri yang mempunyai fungsi sebagai antibakteri yaitu flavanoid yang dapat menghambat pertumbuhan *Staphylococcus aureus* (kuman pada kulit) dan juga memiliki aroma yang khas [12]. *World Health Organization* telah merekomendasikan formulasi lokal sediaan antiseptik yang digunakan untuk membersihkan tangan tanpa menggunakan air (*handrub*) berbasis alkohol produksi lokal sebagai alternatif ketika produk komersial yang sesuai tidak tersedia atau terlalu mahal [26].

Kecamatan Inerie merupakan salah satu kecamatan baru hasil pemekaran dari Kecamatan Aimere Kabupaten Ngada, Nusa Tenggara Timur. Inerie terkenal sebagai wilayah penghasil alkohol hasil iris buah pohon lontar yang telah melewati proses pemisahan campuran dengan teknik

penyulingan atau destilasi. Arak yang dihasilkan memiliki kandungan alkohol yang tinggi dan sangat mudah terbakar sehingga disebut arak bakar menyala. Berdasarkan wawancara bersama Kepala Dinas Perindustrian Kabupaten Ngada, distribusi arak bakar menyala di Ngada masih dalam lingkup pasar lokal dan tidak diijinkan diproduksi sebagai minuman keras beralkohol tetapi sebagai minuman tradisional beralkohol yang digunakan ketika ada keperluan khusus seperti acara adat. Potensi arak bakar menyala masih dapat dijadikan produk lain yang menunjung perkembangan sektor perindustrian ataupun pariwisata Kabupaten Ngada agar lebih maju.

Sirih merupakan bahan alami yang memiliki kandungan untuk mengatasi iritasi ataupun kulit kering [8]. Sirih adalah tanaman asli Indonesia yang tumbuh merambat atau bersandar pada batang pohon lain. Sirih termasuk salah satu tanaman lokal yang tumbuh subur di wilayah Kecamatan Jerebu'u Kabupaten Ngada. Menurut penelitian Aznury (2020) daun sirih mengandung minyak atsiri sebesar 1 – 4,2%, dan senyawa fenol beserta turunannya seperti dari hidroksi kavikol, kavibetol, estargiol, eugenol, metileugenol, karvakrol, terpen, seskuioterpen, fenilpropan dan tanin [3].

Kelimpahan sirih dan alkohol yang terkandung dalam arak bakar menyala di Kabupaten Ngada menjadi potensi yang sangat besar untuk dimanfaatkan dalam pembuatan *hand sanitizer*. Namun, kurangnya aplikasi ilmu terapan menjadi kendala dalam pengembangan potensi bahan alam yang ada di wilayah ini. Berdasarkan uraian di atas, maka peneliti tertarik dan merasa perlu untuk menanggapi tantangan tersebut dengan memanfaatkan potensi arak bakar menyala untuk divariasikan menjadi produk lain yang tetap memiliki kekhasan melalui penelitian dengan judul Efektifitas *Hand Sanitizer* Arak Bakar Menyala Inerie-Flores Kombinasi Ekstrak Sirih (*Piper Betle L.*) terhadap Daya Hambat Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus Aureus* dan *Escherichia Coli*.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

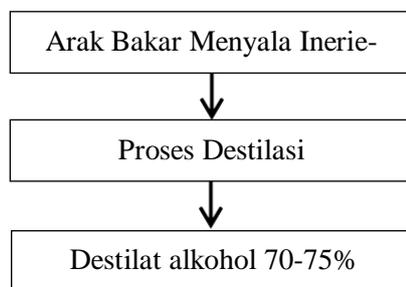
Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini ialah gelas beker, timbangan analitik, aluminium foil, autoklaf, inkubator, seperangkat alat destilasi, kertas saring, pipet, mistar berkala, laminar air flow, gunting, erlenmeyer, alkoholmeter, *hot plate*, gelas ukur, neraca analitik, tabung reaksi, *colony counter*, paper disk, cawan petri, dan batang pengaduk. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini ialah arak bakar menyala Inerie-Flores, ekstrak daun sirih, es batu, H₂O₂, gliserol, Nutrient Agar (NA), Nutrient Broth (NB), dan Media Mueller Hinton Agar (MHA), biakan bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*.

Metode

Pembuatan *Hand Sanitizer* Arak Bakar Menyala Kombinasi Ekstrak Sirih

a. Destilasi Arak Bakar Menyala

Pengujian awal konsentrasi alkohol pada arak bakar menyala menggunakan alkoholmeter menunjukkan konsentrasi sebesar 45%. Arak bakar menyala yang akan didestilasi sebanyak 1 Liter. Setiap proses destilasi dilakukan dengan memanaskan 250 mL arak bakar menyala, sehingga destilasi dilakukan sebanyak 4 kali. 10 mL destilat diambil untuk diukur konsentrasi alkoholnya. Hasil pengukuran menunjukkan konsentrasi alkohol pada destilat arak bakar menyala sebesar 70-75%.



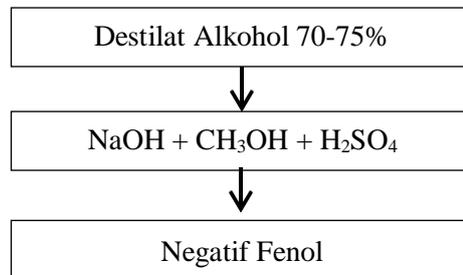
Gambar 1, Skema Destilasi arak

b. Uji Fitokimia

Penggunaan alkohol yang mengandung fenol cenderung dihindari karena memberikan efek iritasi pada kulit dan mudah terbakar. Sehingga sangat menarik untuk dikembangkan bahan aktif non-alkohol

sebagai antibakteri yang aman dan tidak menyebabkan iritasi (Fathoni et al., 2019). Penelitian Putri et al. (2021) melakukan uji fenol pada tuak aren sebanyak 2 ml sampel dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi, kemudian tambahkan larutan FeCl_3 10%. Larutan dikatakan positif mengandung fenol jika terbentuk warna hitam pekat atau biru keunguan.

Pemeriksaan kandungan fenol pada hasil destilat arak dilakukan dengan menempatkan 2 tetes destilat alkohol pada tabung reaksi lalu ditambahkan masing-masing 10 tetes NaOH dan metanol, serta H_2SO_4 .



Gambar 2. Skema Uji Fitokimia

c. Ekstraksi Sirih

Proses ekstraksi daun sirih dilakukan menggunakan metode ekstraksi maserasi. Pemilihan metode didasarkan pada kesederhanaan metode dan alat yang akan digunakan. Ekstraksi dilakukan dengan merendam 20 gram daun sirih yang telah dicuci dan dirajang menggunakan pelarut polar berupa destilat alkohol dengan pemanasan di atas *hot plate* pada suhu $150\text{ }^\circ\text{C}$ selama 26 menit. Selanjutnya, ekstrak didinginkan dan difiltrasi menggunakan kertas saring.



Gambar 3. Skema Ekstraksi Sirih

d. Pembuatan *Hand Sanitizer*

Pembuatan *hand sanitizer* dilakukan dengan mencampurkan destilat alkohol, H_2O_2 , gliserol, dan ekstrak daun sirih ke dalam gelas beker, kemudian diaduk secara merata, ditutup menggunakan *aluminium foil* dan disimpan pada suhu ruang selama 72 jam. Formulasi *hand sanitizer* disesuaikan dengan formula yang dianjurkan WHO dalam Rizki et al. (2020) dengan menggunakan etanol 96% 800 mL, gliserin 98% 14,5 mL, hidrogen peroksida 3% sebanyak 41,7 mL, dan 1 liter air suling steril. Formulasi *hand sanitizer* arak bakar menyala kombinasi ekstrak sirih dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Formula *Hand Sanitizer*

No	Bahan	Volume (mL)
1	Destilat Arak Bakar Menyala	800
2	H_2O_2	42
3	Gliserol	15
4	Ekstrak Sirih	143

e. Pemeriksaan Organoleptis

Pemeriksaan organoleptis dilakukan untuk menentukan sifat fisik dengan cara mendeskripsi warna, bau, dan konsistensi dari sediaan. Sediaan yang dihasilkan dapat dikatakan baik apabila memiliki warna yang menarik, bau yang menyenangkan, bersifat stabil (tidak berubah) dan konsistensi yang bagus agar nyaman dalam penggunaan gel [3].

f. Pengukuran Derajat Keasaman

Penentuan pH sediaan dilakukan dengan menggunakan stick pH Universal yang dicelupkan ke dalam sampel *hand sanitizer*. Setelah tercelup dengan sempurna, pH Universal tersebut dilihat perubahan warnanya dan dicocokkan dengan standar pH Universal. pH *hand sanitizer* harus sesuai dengan pH kulit yaitu 4,5-8 sesuai dengan SNI No. 06-2588. Menurut Titaley & Lolo (2014), kondisi sediaan dengan pH yang sangat rendah mengakibatkan kulit menjadi iritasi, sedangkan pada kondisi pH yang sangat tinggi mengakibatkan kulit tangan menjadi bersisik [24].

g. Uji Daya Hambat Pertumbuhan Bakteri

Uji daya hambat *hand sanitizer* terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* dilakukan dengan menggunakan media Mueller Hinton Agar (MHA). Perlakuan yang sama diberikan terhadap masing-masing bakteri ini. Media MHA dicampur dengan aquadest kemudian disterilisasi menggunakan autoklaf. Setelah itu dimasukkan dalam laminar air flow. Campuran MHA dan aquadest terdiri dari 2 lapisan. 10 mL lapisan pertama dituangkan ke dalam petri dish hingga padat. 5 mL lapisan kedua dicampur dengan 1 mL bakteri yang sebelumnya telah dihomogenkan bersama aquadest. Lapisan kedua dituangkan di atas lapisan pertama. Selanjutnya, pecandang diletakkan di tengah lapisan lalu kedalamnya dituangkan 1 mL *hand sanitizer* arak bakar menyala kombinasi ekstrak sirih dan diletakkan dalam inkubator laboratorium pada suhu 37 °C selama 24 jam. Kontrol negatif yang digunakan pada metode ini adalah aquadest sedangkan kontrol positif menggunakan *tetracycline*.

Selanjutnya, data diperoleh dari hasil eksperimen laboratorium melalui pengujian konsentrasi alkohol sebelum dan setelah destilasi, pemurnian alkohol dalam arak bakar menyala melalui prosedur destilasi, uji fitokimia untuk mengecek keberadaan senyawa fenol, ekstraksi maserasi sereh dan uji daya hambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* dengan teknik pecandang. Metode pengolahan data dalam penelitian ini dilakukan secara kuantitatif dan kualitatif berdasarkan pengujian konsentrasi alkohol sebelum dan setelah destilasi, uji fitokimia, uji organoleptik *hand sanitizer*, dan pengukuran diameter zona bening untuk menguji efektivitas *hand sanitizer* melalui uji daya hambat terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

1. Pengujian Potensi Arak Bakar Menyala Inerie-Flores Kombinasi Ekstrak Sirih sebagai *Hand Sanitizer*

a. Pengujian Konsentrasi Alkohol

Pengujian konsentrasi alkohol sebelum dan setelah destilasi ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengukuran Konsentrasi Alkohol Arak Bakar Menyala

Perlakuan	Konsentrasi Alkohol (%)
Sebelum Destilasi	45
Setelah Destilasi	70 - 75

Konsentrasi alkohol dalam arak bakar menyala Inerie-Flores sebelum dan sesudah destilasi mengalami peningkatan kadar alkohol sebesar 30-35%.

b. Uji Fitokimia

Uji fitokimia dilakukan untuk mengetahui adanya fenol pada destilat arak bakar. Hasil pengujian menunjukkan arak bakar menyala tidak mengandung fenol. Pengujian keberadaan senyawa fenol dalam destilat alkohol ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Fitokimia Destilat Alkohol

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA**

Kupang, 31 Maret 2022

Senyawa Turunan Alkohol	Warna Awal Zat	Warna Akhir Larutan
Fenol	Bening	Bening

c. Pengujian Organoleptis

Pengujian organoleptik *hand sanitizer* arak bakar menyala Inerie-Flores kombinasi ekstrak sirih ditampilkan pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Hasil Uji Organoleptik *Hand Sanitizer*

Hari	Wujud	Warna	Bau
H-1	Cair	Hijau	Aroma khas arak
H-2	Cair	Kekuningan	Aroma sirih
H-3	Cair	Kuning jernih	Aroma sirih

Pengamatan organoleptis pada *hand sanitizer* kombinasi arak bakar menyala kombinasi ekstrak sirih dilakukan selama tiga hari. Pada produk *hand sanitizer* dengan formulasi ekstrak daun sirih hijau di hari pertama memiliki bau khas yang sangat menyengat, warna kuning hingga kecoklatan yang cenderung transparan, serta wujud yang dihasilkan adalah cair dan homogen, sedangkan pada penyimpanan hari kedua dan ketiga, produk *hand sanitizer* mengalami perubahan yaitu bau khas berkurang, warna sediaan semakin kuning jernih dengan wujud yang sama tetap cair dan homogen.



Gambar 4. *Hand sanitizer* hari ke-3

d. Pengukuran derajat keasaman (pH)

Pengukuran derajat keasaman (pH) terhadap produk *hand sanitizer* arak bakar menyala Inerie-Flores kombinasi ekstrak sirih dilakukan menggunakan indikator universal dan diperoleh nilai pH sebesar 5 yang memenuhi persyaratan dengan standar pH Universal yaitu 4,5-8 sesuai SNI No. 06-2588.

2. Efektivitas Hand Sanitizer terhadap Daya Hambat Pertumbuhan Bakteri

Pengujian efektifitas *hand sanitizer* arak bakar menyala Inerie-Flores kombinasi ekstrak sirih melalui uji daya hambat terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* ditampilkan pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5. Hasil Uji Daya Hambat Bakteri

Sampel	Bacteria (<i>microbe</i>)	Ø (mm)	S/I/R
1	<i>Staphylococcus aureus</i>	20,4	S
2	<i>Escherichia coli</i>	24,8	S

Pada penelitian ini zona hambat *hand sanitizer* kombinasi arak bakar menyala dan ekstrak daun sirih sebesar 20,4 dan 24,8 mm. Hal ini membuktikan senyawa aktif yang terdapat pada *hand sanitizer* sensitif dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* apabila dibandingkan dengan standar kriteria CLSI *tetracycline*.



Gambar 5. Diameter zoha hambat terhadap *Staphylococcus aureus* (a) dan *Escherichia coli* (b)

Pembahasan

Alkohol dibedakan menjadi 3 golongan, golongan A berkadar 0,1%-05%, golongan B berkadar 0,5%-20%, dan golongan C berkadar 20%-50% [28]. Arak bakar menyala dari kecamatan Inerie-Flores yang belum didestilasi dikategorikan sebagai minuman beralkohol golongan C karena mengandung alkohol dengan konsentrasi 45%. Menurut hasil penelitian Rini dan Nugraheni (2018) bahwa antiseptik pada beberapa merek dengan kadar alkohol 60-70% tanpa tambahan zat antibakteri lainnya memiliki sifat yang lebih polar, sehingga diameter daya hambat yang dihasilkan lebih besar pada bakteri [19]. Ditinjau dari kandungan alkohol, maka arak bakar menyala memiliki potensi untuk dijadikan *hand sanitizer*. Namun, perlu dilakukan uji lanjut berupa uji fitokimia terhadap destilat alkohol. Hasil uji fenol menunjukkan tidak terjadinya perubahan warna sehingga dipastikan destilat tidak mengandung fenol. Penelitian Asngad & Nopitasari (2018) menyatakan bahwa penggunaan antiseptik atau *hand sanitizer* secara berlebihan dan terus menerus dapat berbahaya dan mengakibatkan iritasi hingga menimbulkan rasa terbakar pada kulit [1].

Pada produk *hand sanitizer* hasil kombinasi destilat arak dan ekstrak sirih, tidak terjadi perubahan bentuk fisik, *hand sanitizer* memiliki warna kuning jernih, tidak berbau tajam, dan berbentuk cair homogen. Kondisi *hand sanitizer* yang berwujud cair dan homogen memenuhi salah satu parameter syarat mutu detergen sintetik cair pembersih yaitu wujud yang stabil, homogen dan tidak memiliki butiran-butiran kasar. Menurut Aznury (2020) perubahan fisik pada *hand sanitizer* dengan formulasi ekstrak daun sirih hijau disebabkan karena ekstrak daun sirih hijau teroksidasi dengan partikel – partikel di udara [3].

Menurut Titaley et al. (2014), kondisi sediaan dengan pH yang sangat rendah mengakibatkan kulit menjadi iritasi, sedangkan pada kondisi pH yang sangat tinggi mengakibatkan kulit tangan menjadi bersisik [24]. Berdasarkan hasil uji pH menjelaskan *hand sanitizer* kombinasi arak bakar menyala dan ekstrak sirih (*piper Betle L.*) telah memenuhi persyaratan SNI No. 06-2588 dengan pH 5.

Uji aktivitas bakteri melalui pengukuran diameter zona bening (*clear zone*) menjadi petunjuk adanya respon penghambat pertumbuhan bakteri oleh *hand sanitizer* arak bakar menyala kombinasi ekstrak sirih (*piper betle L.*). Daya hambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* berturut-turut 20,4 mm dan 24,8 mm. Aktivitas antibakteri diperoleh dengan mengukur zona bening pada media yang padat dan menjadi petunjuk ada atau tidaknya bakteri yang tumbuh pada setiap perlakuan [15]. Uji efektifitas bertujuan untuk mengetahui kemampuan sediaan untuk menghambat bakteri dengan melihat zona hambat yang dihasilkan (Holifah et al., 2020). Aktivitas antibakteri dinyatakan positif apabila terbentuk zona hambat berupa zona bening disekeliling paper disk (Kaseng et al., 2016). Interpretasi daya hambat terdiri dari kategori *Resistant* ≤ 14 mm, *Intermediate* 15-18 mm, *Susceptible* ≥ 19 mm [6].

Berdasarkan penggolongan respon hambatan pertumbuhan bakteri, maka konsentrasi tersebut termasuk sangat kuat karena memiliki diameter daya hambat ≥ 19 mm. Kriteria sensitif berdasarkan standar *tetracycline* sebagai kontrol positif pada teknik pecandang adalah rerata diameter zona hambat > 19 mm. Zona daya hambat terbentuk karena Sopi (arak) memiliki senyawa aktif yang bersifat

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA
Kupang, 31 Maret 2022**

sebagai antimikroba. Sopi (arak) dikategorikan kuat dalam menghambat pertumbuhan bakteri (Detha, 2015). Hal ini membuktikan bahwa peningkatan konsentrasi *hand sanitizer* ekstrak sirih memiliki korelasi positif terhadap peningkatan diameter zona hambat pada bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*.

Efektifitas *hand sanitizer* arak bakar menyala Inerie-Flores yang terpantau melalui diameter zona hambat yang sangat tinggi dibandingkan dengan penelitan Cahyaningtyas et al. (2019) berdasarkan klasifikasi respon daya hambat terhadap bakteri, zona hambat sediaan gel *hand sanitizer* ekstrak biji teratai terhadap bakteri *Escherichia coli* termasuk golongan sedang (5-10 mm) [5]. Hasil penelitian oleh Noviarda et al. (2018) menunjukkan diameter zona bening yang dihasilkan oleh sediaan gel *hand sanitizer* ekstrak etanol biji mangga pada bakteri *Escherichia coli* dengan dengan 3 variasi konsentrasi masing-masing sebesar 10,6, 1,74 dan 13,15 mm, sedangkan diameter zona bening pada *Staphylococcus aureus* dengan 3 variasi konsentrasi sebesar 10,14, 10,58 dan 12,83 mm [16]. Capaian ini menunjukkan bahwa sediaan gel *hand sanitizer* ekstrak etanol biji mangga pada bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* tergolong kategori *resistant*. Dengan demikian, *hand sanitizer* ini berpotensi dan efektif untuk dikembangkan sebagai antibakteri.

KESIMPULAN

Hand sanitizer arak bakar menyala Inerie-Flores kombinasi ekstrak sirih (*Piper betle L.*) terbukti efektif dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. Efektivitas *hand sanitizer* arak bakar menyala Inerie-Flores kombinasi ekstrak sirih dilakukan melalui uji daya hambat terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* berturut-turut sebesar 20,4 mm dan 24,8 mm. Diameter zona hambat yang tinggi ini (≥ 19) menunjukkan bahwa bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* dapat dihambat dengan baik menggunakan *hand sanitizer* arak bakar menyala Inerie-Flores kombinasi ekstrak sirih pada konsentrasi standar. *Hand sanitizer* arak bakar menyala kombinasi ekstrak sirih (*Piper betle L.*) efektif digunakan sebagai antibakteri.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan rahmatNya, penulis dapat menyelesaikan seluruh rangkaian penelitian Efektifitas *Hand Sanitizer* Arak Bakar Menyala Inerie-Flores Kombinasi Ekstrak Sirih (*Piper betle L.*) terhadap Daya Hambat Pertumbuhan Bakteri *S. aureus* dan *E.coli*. Dalam pembuatan laporan penelitian ini penulis telah mendapatkan bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kepada Bapak Hendrianto Emanuel Ndiwa, ST selaku Kepala Sekolah SMA Swasta Katolik Regina Pacis Bajawa yang telah memberi dukungan dana bagi penulis selama mengikuti penelitian di Universitas Nusa Cendana.
2. Kepada Ibu Maria Katharina Longa, S.Pd.,M.Pd selaku pembimbing yang telah setia memberikan arahan dan petunjuk serta saran hingga laporan penelitian ini terselesaikan.
3. Kepada guru dan seluruh staf akademik SMAS Katolik Regina Pacis Bajawa yang selalu membantu dalam memberikan fasilitas, ilmu, serta pendidikan pada peneliti hingga dapat menunjang dalam penyelesaian penelitian ini.
4. Kepada pihak Universitas Nusa Cendana Kupang khususnya bagi Ketua Program Studi, Dosen, Laboran dan Assisten laboratorium Pendidikan Kimia dan Pendidikan Biologi yang telah memberikan kesempatan bagi peneliti untuk dapat melangsungkan penelitian dan mengarahkan peneliti dalam menyelesaikan berbagai tahapan penelitian.
5. Kepada orang tua dan kakak adik tercinta serta keluarga tersayang yang senantiasa mendukung baik material dan non materil yang telah memberikan perhatian, dukungan, serta doa.
6. Kepada teman-teman seperjuangan khususnya XII IPA 3 yang telah memberikan sumbangan pikiran dan motivasi kepada penulis.
7. Semua pihak yang dengan caranya sendiri telah membantu penulis dalam menyelesaikan karya tulis ilmiah ini.

Penulis menyadari bahwa karya tulis ilmiah ini masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu dengan

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA
Kupang, 31 Maret 2022**

senang hati penulis mengharapkan kritik dan saran yang baik demi penyempurnaan karya tulis ilmiah ini dari semua pihak. Semoga Tuhan memberikan balasan kasih yang setimpal atas segala jasa dan perhatian semua pihak, dan semoga penelitian ini memberikan manfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan yang aplikatif baik bagi penulis maupun pihak lain yang membutuhkan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Asngad, R., & Nopitasari. (2018). Kualitas Gel Pembersih Tangan (*Hand sanitizer*) dari Ekstrak Batang Pisang dengan Penambahan Alkohol, Triklosan. *Bioeksperimen*, 4(2), 61-70
- [2] Aziz, Y. S., & Hariyani, D. (2019). Penetapan Kadar Etanol pada Arak Jowo yang Beredar di Wilayah Ponorogo pada Bulan Januari-Maret 2019 dengan Metode Kromatografi Gas. *Jurnal Medfarm: Farmasi dan Kesehatan*, 8(1), 15-20.
- [3] Aznury, Martha ; Sofiah; Sar, Rezki Prima. (2020). Produk Gel *Hand Sanitizer* Berbahan Dasar Ekstrak Cair Daun Sirih Hijau (*piper betle Linn.*) sebagai Antiseptik. *Jurnal Kinetika*, 11(1), 27-35.
- [4] Bahri, Syamsul; Ginting, Zainuddin; Vanesa, Shella; ZA, Nasrul. (2021). Formulasi Sediaan Gel Minyak Atsiri Tanaman Nilam (*Pogostemon Cablin Benth*) sebagai Antiseptik Tangan (*Hand sanitizer*). *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 10(1), 87-99.
- [5] Cahyaningtyas, Farindya Dwi ; Ukrima, Zhilla Afifatul; , Nora; amaria;, (2019). Pemanfaatan Ekstrak Biji Teratai Sebagai Bahan AKtif Antibakteri untuk Pembuatan Hand Sanitizer. *Journal (ICAJ)*, 3(1),1-13.
- [6] CLSI. (2018). *Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing*, 28th ed. CLSI supplement M100: Clinical and Laboratory Standards Institute.
- [7] Detha, Annytha; Datta, Frans Umbu. (2015). Aktivitas Antimikroba Sopi Terhadap Bakteri Patogen *Salmonella Typhimurium* dan *Salmonella Enteritidis* . *Jurnal Kajian Veteriner*, 3(1),17-21.
- [8] Effendi, Sholikah, dan Ismawati. (2020). Pembuatan *Hand Sanitizer* Alami dengan Memanfaatkan Tumbuhan Daun Sirih di RW 04 Desa Setia Mekar. *Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(1), 29-35.
- [9] Fathoni, Fadhillah, dan Kaavessina, 2019. Efektivitas Ekstrak Daun Sirih sebagai bahan Aktif Antibakteri dalam Gel *Hand Sanitizer* Non- Alkohol. *Equilibrium*,3(1)10-14.
- [10] Holifah; Ambari, Yani; Ningsih, Arista Wahyu; Sinaga, Butet; Nurrosyidah, Iif Hanifa;. (2020). Efektifitas Antiseptik Gel Hand Sanitizer Ekstrak Etanol Pelepah Pisang Kepok (*Musa paradisiaca L.*) terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* . *Jurnal Ilmiah Medicamento*, 6(2), 123-129.
- [11] Kaseng. E.S., Muhliah, N., & Irawan, S. (2016). Uji Daya Hambat terhadap Pertumbuhan Bakteri Uji *Staphylococcus Aureus* dan *Escherichia Coli* Ekstrak Etanol Daun Mangrove *Rhizophora Mucronata* dan Efek Antidiabetiknya pada Mencit yang Diinduksi Aloksan. *Jurnal Bionature*, 17(1), 1-6.
- [12] Lestari, Pramulani Mulya ; Pahriyani, Ani ;. (2018). Pelatihan Pembuatan Hand Sanitizer Perasan Buah Jeruk Nipis Bagi Guru, Siswa Siswi Sma dan Smk Mutiara 17 Agustus Kelurahan Teluk Pucung Bekasi Utara. *Jurnal SEMAR*, 20-22.
- [13] Mustikawati, 2017. Perilaku Cuci Tangan Pakai Sabun Studi Kualitatif pada Ibu-Ibu di Kampung Nelayan Muara Angke Jakarta Utara; Studi Kualitatif *ARKESMAS*, 2(1), 115-117
- [14] Ningsih, Dian Riana ; , Purwati; , Zufahair; Nurdin, Ahmad;. (2019). Hand Sanitizer Ekstrak Metanol Daun Mangga Arumanis (*Mangifera indica L.*). *ALCHEMY Jurnal Penelitian Kimia*, 15(1), 10-23.
- [15] Novaryatiin, S., Handayani, R., & Chairunnisa, R. (2018). Uji Daya Hambat Ekstrak Etanol Umbi Hati Tanah (*Angiotepriis Sp.*) terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Surya Medika*, 3(2), 23-31.
- [16] Noviardi, H., Himawan, H.C., & Anggraeni, R. (2018). Formulasi dan Aktivitas Antibakteri Sediaan Gel Hand Sanitizer dari Ekstrak Etanol Biji Mangga Harum Manis (*Mangifera indica L.*) terhadap *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Farmamedika*, 3(1), 1-9.
- [17] Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 9 Tahun 2020 tentang Pedoman Pembatasan Sosial Berskala Besar dalam Rangka Percepatan Penanganan Corona Virus Disease

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA
Kupang, 31 Maret 2022**

- 2019 (covid 19). (2020, Juni 19). pp.5-6
- [18] Putri, I.D Widiari ; Ratnayanti, I.G Dewi ; Sugiritama, I Wayan ; Arijana, I. G Nyoman. (2021). Analisis Fitokimia Nira Aren dan Tuak Aren (*Arenga pinnata* (Wurmb) Merr.). *JURNAL MEDIKA UDAYANA*, 10(6), 18-22.
- [19] Rini, & Nugraheni, E.R. (2018). Uji Daya Hambat Berbagai Merek Hand Sanitizer Gel terhadap Pertumbuhan Bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. *Journal of Pharmaceutical Science and Clinical Research*, 3(1), 18-26.
- [20] Rizki, Farida, Sudarman, dan Rahmawati , 2020. Pelatihan Pembuatan *Hand Sanitizer* Pada Masa Pandemi Covid-19 Di Kelurahan Purwosari Kota Metro. *JPKM TABIKPUN*, 1(1), 11-18.
- [21] Situmeang, Suryani M.F; Sembiring, Teranguli J;. (2019). Efektifitas Hand sanitizer dalam Membunuh Kuman di Tangan. *Jurnal AnLabMed*, 1(1), 6-11.
- [22] SNI-06-2588-1992. Deterjen Sintetik Cair Pembersih Tangan. Badan Standarisasi Nasional.
- [23] Sukur, Moch Halim; Kurniadi, Bayu; N, Ray Faradillahisari ;. (2020). Penanganan Pelayanan Kesehatan Di Masa Pandemi. *Journal Inicio Legis*, 1(1), 2-14.
- [24] Titaley, S., Fatimawali and Lolo, W.A., 2014, Formulasi dan Uji Efektivitas Sediaan Gel Ekstrak Etanol Daun Mangrove Api-api (*Avicennia marina*), *Pharmacon Jurnal Ilmiah Farmasi – UNSRAT Jurnal Ilmiah Farmasi*, 3(2), 99–106.
- [25] Tenda, Priska Ernestina; Lenggu, Maria Yangsy; Ngale, Marini Sriyuni; 2017 Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Kulit Pohon Faloak (*Sterculia sp.*) Terhadap Bakteri *Staphylococcus Aureus*. *Info kesehatan*, 15(1) 227-238.
- [26] WHO. 2020. *Infection Prevention and Control during Health Care when COVID-19 is Suspected*. Interim guidance ed. Geneva: World Health Organization.
- [27] Wijaya, Johan Iswara;. (2013). Formulasi Sediaan Gel hand sanitizer dengan bahan aktif triklosan 1,5% dan 2%. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Universitas Surabaya*, 2(1), 2-3.
- [28] Zuhri, Muhammad Al ; Dona, Fery ;. (2021). Penggunaan Alkohol untuk Kepentingan Medis Tinjauan Istihsan. *Jolsic*, 9(1), 41-43.

NEW 3-PHENYL INDOLE DERIVATIVES ASSEMBLING AS ANTITUBERCULOSIS DRUG USING QSAR AND ADMET STUDY

Putra Jiwamurwa Pama Tjitda¹, Karol Octrisdey², Dominus Mbunga¹, Febri Odel Nübani³

1. Department of Pharmacy, Health Polytechnic of Kupang, Jl. Adisucipto, Penfui, Kupang, 85111, Nusa Tenggara Timur, Indonesia
2. Department of Medical Laboratory Technology, Health Polytechnic of Kupang, Jl. Adisucipto, Penfui, Kupang, 85111, Nusa Tenggara Timur, Indonesia
3. Department of Chemistry, Faculty of Science and Engineering, University of Nusa Cendana, Jl. Adisucipto, Penfui, Kupang, 85001, Nusa Tenggara Timur, Indonesia.
E-mail: putrachemist_jc@yahoo.com

Abstract

The newly designed compounds of the 3-phenyl indole derivative show great antituberculosis activities. They become a solution for MDR-TB treatment. This study was conducted to design 3-phenyl indole compounds through the QSAR approach. QSAR study used multi-linear regression (MLR) analysis. ADMET-drug likeness of new compounds investigated through *in silico*. The result provided the best QSAR equation, which was $pMIC = 40.52 + 4.531(QC6) - 9.989(QC8) - 12.567(QC9) + 2.803(HOMO) - 166.568(LUMO)$. The addition of donating groups in indole compounds could enhance antituberculosis activity. ADME-drug likeness analysis revealed that newly designed compounds were good properties and were non-toxic.

Keywords: QSAR, Indole, Antituberculosis

INTRODUCTION

Tuberculosis (TB) is a disease caused by infection of *Mycobacterium tuberculosis*. Globally, this disease is still a serious public health problem because it can cause death [1]. In 2019, there were 10 million cases of this disease found, and 1.2 million patients were declared dead [2]. In the same year, several countries in South-East Asia (44%), Africa (25%), and western pacific (18%) regions recorded TB cases [3]. Several efforts to overcome this disease have been conducted. Isoniazid and rifampicin are known antituberculosis drugs used to reduce the number of TB cases. This treatment is given to patients regularly for up to 22 months. However, the achievement of this therapy is only 48% [4], thus only impacting a 9% decrease in TB cases [5]. One of the reasons is the downward efficacy drug and leads to multidrug resistance by *Mycobacterium tuberculosis* (MDR-TB).

For tackling this issue, the discovery of new drugs to reduce the number of TB cases becomes a solution. Computational-aided drug discovery (CADD) provides an opportunity for researchers to accelerate finding new drugs [6]. CADD offers two approaches, which are structure-based drug design (SBDD) dan ligand-based drug design (LBDD) [7]. The SBDD approach requires the 3D structure of the targeted protein to study the energy and type of interaction that occurs between the ligand and the receptor protein. When targeted protein is absent, LBDD could be an option for drug discovery purposes. Quantitative structure-activity relationship (QSAR) is one of the computational methods using the LBDD approach. The QSAR method provides a mathematical equation that describes the correlation between the physicochemical properties of the compound and its biological activity. In this way, new compounds could be designed and predicted their biological activities.

Indole is a five-ring heterocyclic compound containing nitrogen fused with a benzene ring (Figure 1). Indole compounds are known to have broad biological activities. Rathod et al [8] reported that the synthesized indole compound showed good antimycobacterial activity. This indole compound can inhibit the mycobacterial enoyl reductase (InhA) enzyme. This enzyme plays a role in mycolic acid biosynthesis for the main component of cell walls [9]. The derivative of the indole compound had also been successfully synthesized by Etchart et al [10]. In this study, indole compound was able to inhibit *M. tuberculosis* H37Rv strain with a MIC value of 8.4 mM. However, this value is not promising to be further developed in TB remedies because it could allow resistance to long-term use of this compound. The pharmacokinetic properties and toxicity of these compounds are not evaluated. Thus, it is challenging to apply directly to the treatment of TB.

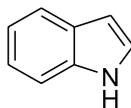


Figure 1. The chemical structure of indole ring

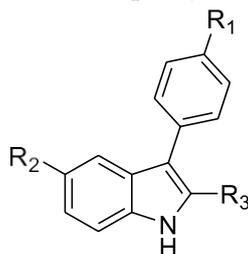
The modification of the indole ring becomes the solution to answer this problem. The insertion of new functional groups into indole rings is expected to enhance biological activity. Therefore, this study concentrates on conducting a QSAR study of indole derivatives. The absorption, distribution, metabolism, excretion, and toxicity (ADMET) and the drug-likeness of the new compounds were also studied. The newly designed compounds were expected to become a proposed compound to be studied in the laboratory.

METHOD

Materials

The used data set was acquired from research data by Etchart et al [10]. Twenty 3-phenyl indole compounds had synthesized and evaluated for their antituberculosis activity against *Mycobacterium tuberculosis* (Mtb H37Rv). The antituberculosis activity was represented by the MIC value (mM). This value is further converted to pMIC (6-log MIC) and used for QSAR analysis, as shown in Table 1.

Table 1. The data set of 3-phenyl Indole compounds



Compound	R ₁	R ₂	R ₃	pMIC
1	-H	-H	-H	3.888
2*	-CH ₃	-H	-H	3.919
3	-OCH ₃	-H	-H	4.553
4	-F	-H	-H	4.024
5	-CF ₃	-H	-H	4.321
6	-OCH ₃	-H	-CH ₃	4.074
7	-F	-H	-CH ₃	4.052
8	-CF ₃	-H	-CH ₃	4.740
9	-F	-CH ₃	-H	4.353
10	-CF ₃	-CH ₃	-H	4.440
11	-CH ₃	-OCH ₃	-H	3.978
12	-OCH ₃	-OCH ₃	-H	4.607
13*	-F	-OCH ₃	-H	4.081
14	-CF ₃	-OCH ₃	-H	4.764
15	-F	-F	-H	4.361
16*	-CF ₃	-F	-H	4.446
17	-H	-Cl	-H	3.959
18*	-OCH ₃	-Cl	-H	4.712
19	-F	-Cl	-H	4.693
20	-CF ₃	-Cl	-H	5.076

*test set compound

Instrumentation

The Computing operating system used specifications as follows intel® Core™ i3-7020U CPU @ 2.3 GHz, 4 GB (RAM). The software installed were ChemDraw Professional 16, Chem 3D 16, Gaussian 09, and SPSS version 25.

Procedure

QSAR analysis

QSAR analysis began with validating the best computational method for later use as a compound's structure optimizing method. C-NMR of compound 5 was determined by semi-empirical methods, Ab initio, and DFT as validation stage. Semi-empirical methods include AM1, PM3, and PM6, while the Ab initio method used the HF method. The selected method was based on the smallest PRESS value, and then it was used to optimize all the compound structures. The optimization process was carried out to obtain electronic descriptor data such as electron charge, HOMO, and LUMO.

The data set breaks down into two categories. The first category was the training set. The training set is the data used to build the QSAR equation model using Multi Linear Regression with the backward method. The second category was the test set. The obtained QSAR equation is validated using this second category under statistical considerations. The PRESS (Predictive Residual Sum of Square) value is the summative value of the square of the difference between experimental and predictive activity. The smaller the PRESS value indicates that the selected QSAR equation is close to the actual value. The r^2 value describes the linearity of the measurement, where if the value > 0.5 means that the QSAR equation could be used as a reference to predict the activity of the new compound [11].

We also employ an Applicability Domain (AD) for evaluating the presence of outliers in the data set. AD provides an idea of whether the viability QSAR equation is able to predict new compounds [12]. The application of AD is shown through a graph between standardized residual versus leverage. Threshold value (h^*) for AD uses the equation [13]:

$$h^* = 2.5 \times (k+1) / n \quad (1)$$

Where n value reflects the number of data sets in the training set group, k is the number of selected descriptors for the QSAR equation used, and the 2.5 value is the standard deviation in AD [11].

New design compound

The modification of the 3-phenyl indole structure by considering the selected QSAR equation was carried out. The insertion of new substituents on this parent structure was intended to provide a better predictive activity value. The best predictive activity is represented by the higher pMIC value. The new compounds obtained could be used as reference compounds of candidate drugs for antituberculosis (Table 5).

AMDET and Drug-likeness analysis

The new compounds from the QSAR analysis were screened for pharmacokinetic properties in silico. The pkCSM is a web-based tool for evaluating the pharmacokinetic properties of new compounds [14], while their drug-likeness properties were determined using the SwissAdme tool [15] and Molsoft tool by inputting the SMILE code from the new compound's design.

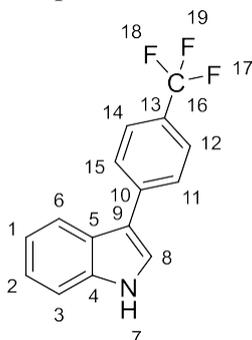
RESULT AND DISCUSSION

QSAR Analysis

Built the QSAR equation began with determining the best computational method. This step was one of the crucial stages. For compound 5, computational analysis was carried out to obtain the chemical shift data from C-NMR. Compound 5 was selected as the validation compound because it had the highest yield on the experimental data. Furthermore, the analysis involved the AM1, PM3, PM6, HF, and DFT methods using Gaussian 09 software. It produces a chemical shift (Table 2). Table 2 showed that the PM6 method had the smallest PRESS value. The smallest PRESS value characterized the results of the computational method analysis had the similarity with the experimental data.

SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA
Kupang, 31 Maret 2022

Table 2. Optimization of several computational methods based on C-NMR calculations



Position	δ experiment (ppm)	AM1	PM3	PM6	HF	DFT
C3	111.6	96.58	95.83	96.31	93.336	96.071
C9	117.1	104.00	101.65	104.84	101.33	103.02
C1	119.6	104.45	103.78	104.71	102.10	105.24
C8	120.9	111.57	111.22	110.55	104.56	108.94
C6	122.6	101.66	103.32	102.07	100.63	103.34
C2	122.8	105.70	105.23	106.33	104.02	106.75
C16	124.5	128.17	122.83	120.09	125.18	132.46
C12	125.5	110.27	108.71	110.28	107.00	110.65
C14	125.7	110.81	109.89	111.68	108.12	110.73
C11, C15	127.3	110.81	108.03	111.51	109.38	110.57
C5	127.6	108.95	107.09	109.00	105.98	108.37
C10	127.8	119.88	119.16	121.63	120.07	122.56
C13	136.8	109.21	108.83	109.12	107.98	109.37
C4	139.4	120.65	119.16	120.52	113.46	117.29
PRESS		3706.83	4105.34	3609.47	4994.08	3843.32

The PM6 method was then used to measure the descriptor value of the entire data set compounds. The descriptor used in this research was the electronic descriptor. The total charge of the atoms in each compound was determined. The value of HOMO and LUMO were also measured using the PM6 method. Every descriptor of the compounds was then tabulated on excel and was analyzed using the Multi Linear regression (MLR) with the backward method. This method was selected because it is simple and eliminates descriptors that do not significantly affect the regression equation. The elimination stage was carried out until the largest F_{cal}/F_{table} ratio value was obtained.

Table 3. QSAR equation from the MLR analysis

Model	Descriptor	r	r ²	Adjusted r ²	SEE	F_{cal}/F_{table}	PRESS
1	LUMO, QC6, QC9, QC13, HOMO, QC3, QC14, QC8	0.941	0.886	0.755	0.174	1.82	0.212
2	LUMO, QC6, QC9, QC13, HOMO, QC3, QC8	0.924	0.853	0.724	0.185	1.89	0.272
3	LUMO, QC6, QC9, QC13, HOMO, QC8	0.918	0.842	0.737	0.181	2.37	0.293

Table 3 provides three equation models based on MLR analysis. All equations had good r values where the values were close to 1. It means that every descriptor selected had a strong correlation. Table 3 also showed that the r square value was in the range of 0.80-0.90. These values were fairly good to be used as a model for the QSAR equation and indicated that each descriptor (independent variable) from each equation had a major influence on biological activity (dependent variable) with a confidence level

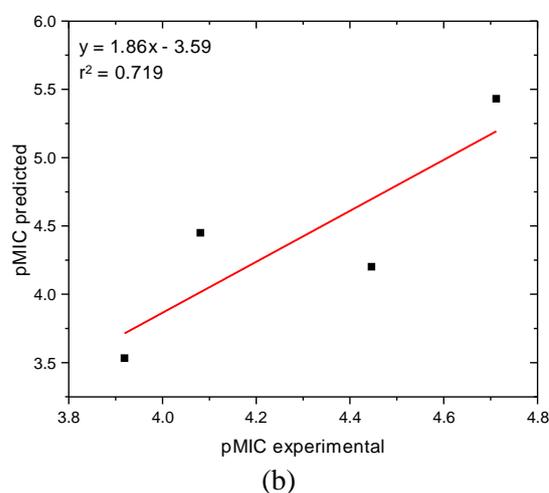
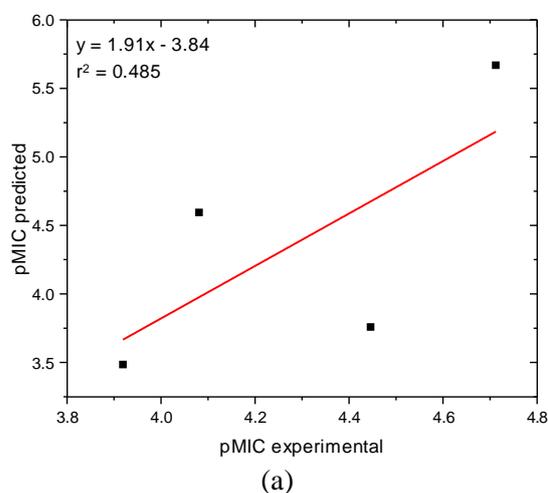
**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA
Kupang, 31 Maret 2022**

of 80-90%. This was also in line with another parameter of the statistical analysis result, namely the value of the F_{cal}/F_{table} ratio, which described the significance of an equation model. The three equations had a large F_{cal}/F_{table} ratio value and tend to increase in equation 3, therefore the three equation models offered could be used to predict the activity of the design compound. Table 3 also showed the PRESS value of the three equations which were fairly low, therefore it means that these equations were close to the true value. Although the values shown by the parameters above were fairly good, if only referring to these parameters, it would be difficult to select the best equation model. Therefore, external validation was carried out.

Table 4. External validation of the QSAR equation from the MLR analysis

Test Compound	pMIC experimental	Predicted pMIC Calculation		
		Model 1	Model 2	Model 3
2	3.919	3.484	3.533	3.546
13	4.081	4.594	4.451	4.464
16	4.446	3.758	4.203	4.204
18	4.712	5.669	5.432	5.341
	PRESS	1.841	0.862	0.739
	r^2	0.485	0.719	0.707

External validation was determined by the PRESS and the r square values for all equation models offered (Table 4). Furthermore, the three equation models were used to determine the value of the predictive activity. These values were then evaluated by regression analysis and provided to the graph as presented in Figure 1. The best r square value was owned by the equation model 2, which was slightly larger than model 3. Based on the PRESS value perspective, equation model 3 had a larger value than model 2. Therefore, equation 3 suggested the best equation model. This was because it had a better close to the true value.



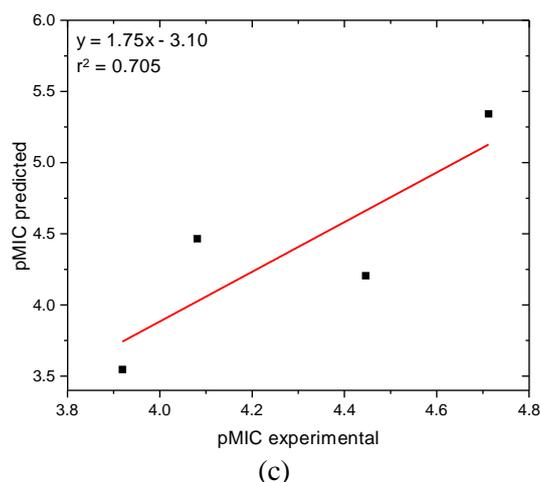


Figure 1. Linear regression graph of a) model 1, b) model 2, and c) model 3.

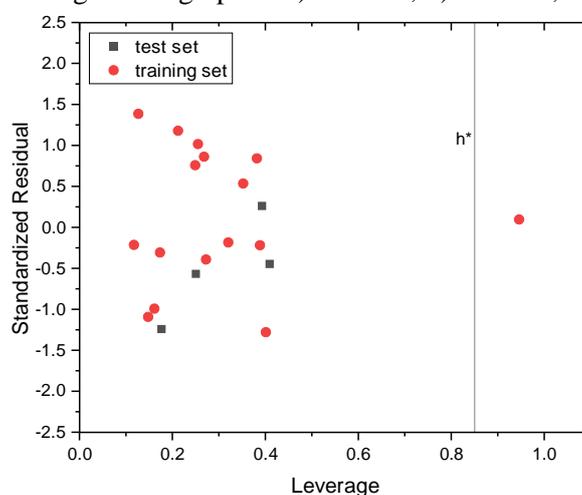


Figure 2. William's graph plots the selected QSAR model

The selected QSAR equation model was also evaluated using the Applicability Domain (AD). The Applicability Domain was applied to detect outliers' presence in the data set, shown as *William* plot graph (Figure 2) by plot standard value versus leverage. Furthermore, the threshold value ($h^* = 0.875$) describes that compounds located at the right-handed threshold have low reliability for predicting new compounds. In Figure 2, compound 1, belonging to a data set, was founded as an outlier while several compounds in the test set did not contain outliers. Thus, the selected QSAR equation model is still allowed as guidance in designing and predicting new compounds.

New Compound Design

The selected QSAR equation was used as a guide for designing new compounds. That equation contained several important descriptors which affect predictive activity. The selected descriptors include the QC6, QC8, QC9, QC13, HOMO, and LUMO with the QSAR equation as follows:

$$\text{pMIC} = 40.52 + 4.531(\text{QC6}) - 9.989(\text{QC8}) - 12.567(\text{QC9}) + 2.803(\text{QC13}) + 126.833(\text{HOMO}) - 166.568(\text{LUMO}) \quad (2)$$

Some of the charges contained in the QSAR equation could be used as guidance to increase predictive antituberculosis activity. Based on figure 3, the C6, C8, and C13 were modifiable carbons to enhance antituberculosis activity, while the C9 included the quaternary carbon cannot add substituents. For this purpose, the pMIC value should make high value. C6 and C13 had positive signs, so these carbons need to insert an electron-donating substituent. On the other hand, C8 preferred electron-withdrawing substituent. This was because this substituent could attract electrons from the benzene nucleus so that the QC8 value becomes negative. Consequently, a positive value contribution to the QSAR equation occurred

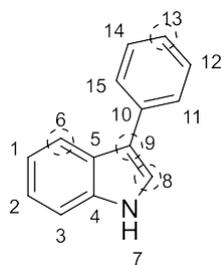
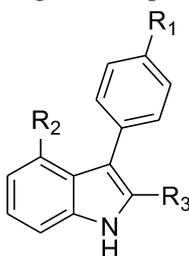


Figure 3. 3-phenyl indole structure

Table 5. The newly designed compound of 3-phenyl indole



Compound	R ₁	R ₂	R ₃	pMIC prediction
20	-CF ₃	-Cl	-H	5.08
I1	-OH	-OH	-NH(CO)CH ₃	6.95
I2	-OH	-OH	-COOH	9.03
I3	-OH	-OCH ₃	-I	11.38
I4	-OCH ₃	-OCH ₃	-I	11.38
I5	-OH	-OCH ₂ CH ₃	-I	11.39
I6	-OH	-N(CH ₃) ₂	-I	11.61

The highest occupied molecular orbital (HOMO) and the lowest unoccupied molecular orbital (LUMO) also contributed to the predictive antituberculosis activity. These descriptors are responsible for the reactivity and stability of a compound [16]. The positive sign of the HOMO descriptor suggested the modification of a new compound by adding substituents that could improve the electrophilic properties of the compound. Moreover, the LUMO descriptor indicated that the nucleophilic character of a compound also needed to be considered. The negative sign of the LUMO descriptor preferred to modify structure which decreases the value of LUMO, so it contributed positively to the predictive antituberculosis activity.

Based on the interpretation of the selected QSAR equation, then modification of the 3-phenyl indole compound was carried out. Table 5 depicts several new compounds that had been designed. Compound 20 was used as a reference compound to modify a new compound. At R₁, this position adored electron-donating groups such as hydroxyl groups (-OH). The change of the hydroxyl to methoxy (-OCH₃) group has not significantly changed activity. However, this modification yielded a high impact on the R₂ position with the improvement predictive pMIC value from 9 to 11.

The modification was further on the R₃ position. Although the insertion of electron-withdrawing groups was necessary to improve pMIC predictions based on QSAR guidance, we found that the donating group was surprised to up the activity. The insertion of the carboxylic group (-COOH) on the R₃ position increased the pMIC value up to 9. However, the insertion of electron-donating groups increased the pMIC significantly until 11. We found that the insertion of iodo (-I) gave a remarkable increase in pMIC and was also nontoxic compared to other halogen groups.

AMDET and Drug-likeness analysis

The pharmacokinetic character of designed compounds was also studied. There are absorption, distribution, metabolism, elimination, and toxicity (ADMET), as shown in Table 6. Analysis of the

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA
Kupang, 31 Maret 2022**

pharmacokinetic properties needs to ensure that the efficacy and safety of new compounds (drug candidates) could be expected [17]. Table 6 showed that all compounds have a range of intestinal absorption values between 60-90%. This was included in the good category, where a compound is said to have poor absorption if its value is below 30% [18]. The best absorption properties were shown by compounds I1, I4, and I5, with absorption values reaching 90%, which is an ideal criterion regarding the bioavailability of a drug [18].

Table 6. ADMET character of the newly designed compound

Id Comp	Absorption		Distribution		Metabolism				Excretion	Toxicity
	Intestinal absorption	VD _{ss}	BBB permeability	CNS permeability	Substrate CYP		Inhibitor		Total clearance	AMES toxicity
					2D6	3A4	2D6	3A4		
	%	Log L Kg ⁻¹	(log BB)	(log PS)	Categorial				Log mL min ⁻¹ Kg ⁻¹	Categorial
20	89.93	0.29	0.56	-0.97	Yes	Yes	Yes	Yes	0.13	Yes
I1	90.57	-0.14	-1.03	-2.13	Yes	No	No	No	0.23	No
I2	69.11	-1.02	-1.15	-2.24	No	No	No	No	0.53	No
I3	89.98	0.09	0.16	-1.61	No	Yes	Yes	No	0.19	No
I4	95.49	0.68	0.18	-1.77	Yes	Yes	No	No	0.35	No
I5	89.12	0.12	0.17	-1.63	No	Yes	Yes	Yes	0.14	No
I6	90.35	0.23	0.25	-1.56	No	Yes	Yes	Yes	-0.01	No

The distribution Volume (V_{dss}) describes how much a drug is distributed in the body or blood plasma, a high V_{dss} value indicates that a compound is distributed more in body tissues than blood plasma and vice versa. A compound has a low volume of distribution (V_{dss}) if the value < -0.15, on the other hand, is said to have a high V_{dss} if the value > 0.45 [18]. Table 6 showed that the predicted values of V_{dss} for all new compounds were varied, which were between -0.1 – 0.68. Compounds I1 and I2 with V_{dss} values were -0.14 and -1.02, respectively, were predicted more widely distributed in blood plasma, but only a low amount could be distributed in body tissues. While compound I4 had the largest V_{dss} value, it means more distribution in the body tissues.

Compounds I1 and I2 had low BBB permeability values (Log BB), which were -1.03 and -1.15, respectively. These values indicated the inability of these two compounds to cross the blood-brain barrier. Compounds I3, I4, I5, and I6 also had a low ability to be distributed to the brain, unlike compound 20, with a log value of 0.56, which can penetrate the blood-brain barrier. A compound is considered not to be distributed to the brain if the log BB value is < -1 and could be well distributed if the log BB value is > 0.3 [18,19].

Furthermore, the metabolism and inhibition by new compounds were also investigated and presented in Table 6 above. The inhibitory of Cytochrome P450 is very important to discuss because this could affect the drug interactions, especially in concurrent use (co-administration), where metabolism failure could occur therefore causing the accumulation of the drug in the blood to toxic levels [19]. Predictive analysis of metabolism activity in Table 6 was performed using two enzymes, namely CYP2D6 and CYP3A4, which are the two largest cytochrome P450 enzymes in drug metabolism. CYP2D6 enzymes play a key role in the metabolism of 15-25% of drugs from almost all therapeutic categories, while CYP3A4 metabolizes 30% of the drug [20]. Unlike compound 20, compound I2 did not even act as a substrate or inhibitor of the two enzymes. Although compound I1 was predicted to be metabolized by CYP2D6, compounds I3, I5, and I6 could inhibit the activity of the CYP2D6 enzyme well. These compounds were predicted to act as substrates for CYP3A4.

The excretory activity of these new compounds was also carried out, which was indicated by the log total clearance (Log mL.min⁻¹.Kg⁻¹) value where this value represented the combination of the clearance rate in the liver (liver and bile) with excretion by the kidneys [18]. Table 6 depicted that the new compounds had total clearance values ranging from -0.01 – 0.5. All the new compounds except compound I6 had a higher excretion rate than compound 20, where the largest elimination rate was predicted to be found in compound I2.

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA
Kupang, 31 Maret 2022**

The newly designed compounds were compounds predicted to be safe or non-toxic through the Ames toxicity test in silico, unlike compound 20, which was predicted to be toxic. Ames test is a method to measure the toxicity of a compound using bacteria, where the results could show that a compound is classified as carcinogenic or not [18].

Table 7. Drug-likeness analysis of new compounds

Compound	MW ^a	Log P ^a	HBA ^a	HBD ^a	PSA ^a (Å ²)	Violation of Lipinski rule ^b	Drug-likeness score ^a	Synthetic accessibility ^b
20	295.04	5.64	0	1	9.84	1	-1.28	2.11
I1	282.10	2.29	3	4	67.38	0	0.63	2.42
I2	269.07	2.37	4	4	72.66	0	0.15	2.24
I3	364.99	4.09	2	2	34.80	0	-0.26	2.63
I4	379.01	4.61	2	1	24.73	0	-0.38	2.74
I5	379.01	4.51	2	2	34.38	0	-0.00	2.71
I6	378.02	4.37	1	2	29.67	0	-0.46	2.67

^aanalysis using molsoft tool; ^banalysis using SwissAdme tool

The drug-likeness of new compounds is executed in silico, as shown in Table 7. The parameter of the *Lipinski* rule, such as molecular weight (MW), log P, Hydrogen Bonding acceptor (HBA), and Hydrogen Bonding Donor (HBD), was evaluated for all compounds. Table 7 showed that all the new compounds had a molecular weight (MW) lower than 500 and good absorption [21]. Furthermore, the lipophilicity character is represented by the log P-value. For the new compound, the log P value ranges from 2-4, while compound 20 (reference compound) had a log P value >5. This showed that the new compound tends to be polar, therefore it had a low ability to pass through the cell membrane. These results confirmed the drug distribution capability likely shown in Table 6.

The PSA value describes the ability of drug transport properties [22]. The results showed that the design of the new compound improved the PSA value, and compound I2 exhibited the higher PSA value. The higher PSA value allows a compound to be easily distributed and has good bioavailability. Furthermore, Drug-likeness scores for all new compounds were determined with the molsoft tool. This analysis showed that new compounds had a fairly good drug-likeness score, even better than compound 20. Based on this parameter, compound I1 had the best drug-likeness value. This compound could be used as a proposed compound for the antituberculosis candidate. In the synthetic accessibility parameter, all new compounds tend to have the same value, namely 2. Hadni & Elhallaoui [11] reported that if the value of synthetic accessibility is low, then it has high accessibility to be synthesized. Therefore, these new compounds were probability to be synthesized and then studied further their activity in the laboratory.

CONCLUSION

QSAR analysis of twenty 3-phenyl indole compounds provided the best QSAR equation model based on statistical parameters consideration. This equation model was used as a guide for designing new 3-phenyl indole compounds that had better predictive activity. Based on the results of ADMET analysis, all new compounds showed good pharmacokinetic characters and were non-toxic. The results of the drug-likeness analysis also gave good outcomes. So it could be proposed to be synthesized and studied further as an antituberculosis drugs candidate.

REFERENCE

- [1] WHO 2018 *Global Tuberculosis Report WHO 2018* (Switzerland)
- [2] Chakaya J, Khan M, Ntoui F, Aklillu E, Fatima R, Mwaba P, Kapata N, Mfinanga S, Hasnain S E, Katoto P D M C, Bulabula A N H, Sam-Agudu N A, Nachega J B, Tiberi S, McHugh T D, Abubakar I and Zumla A 2021 *Global Tuberculosis Report 2020 – Reflections on the Global TB burden, treatment and prevention efforts Int. J. Infect. Dis.* **113** S7–12
- [3] WHO 2020 *Global Tuberculosis Reports 2020*

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA**

Kupang, 31 Maret 2022

- [4] Velayati A A, Farnia P and Hoffner S 2018 Drug-Resistant Mycobacterium Tuberculosis: Epidemiology and Role of Morphological Alterations *J. Glob. Antimicrob. Resist.* **12** 192–6
- [5] Fukunaga R, Glaziou P, Harris J B, Date A, Floyd K and Kasaeva T 2021 Epidemiology of Tuberculosis and Progress Toward Meeting Global Targets — Worldwide, 2019 *MMWR Surveill. Summ.* **70** 427–30
- [6] Macalino S J Y, Billones J B, Organo V G and Carrillo M C O 2020 In Silico Strategies in Tuberculosis Drug Discovery *Molecules* **25** 1–32
- [7] Shaker B, Ahmad S, Lee J, Jung C and Na D 2021 In Silico Methods and Tools For Drug Discovery *Comput. Biol. Med.* **137** 104851
- [8] Rathod A S, Reddy P V. and Biradar J S 2020 Microwave-Assisted Synthesis of Some Indole and Isoniazid Derivatives as Antitubercular Agents and Molecular Docking Study *Russ. J. Org. Chem.* **56** 662–70
- [9] Prasad M S, Bhole R P, Khedekar P B and Chikhale R V. 2021 Mycobacterium Enoyl Acyl Carrier Protein Reductase (InhA): A Key Target For Antitubercular Drug Discovery *Bioorg. Chem.* **115** 105242
- [10] Etchart R J, Rambo R S, Abbadi B L, Sperotto N, Neves C E, Silva F F, Dornelles M, Duarte L, Macchi F S, Alberton M, Bizarro C V, Basso L A and Machado P 2021 Synthesis and Antimycobacterial Activity of 3-Phenyl-1 H -indoles *Molecules* **26** 1–14
- [11] Hadni H and Elhallaoui M 2020 2D and 3D-QSAR, Molecular Docking and ADMET Properties: In Silico Studies of Azaaurones As Antimalarial Agents *New J. Chem.* **44** 6553–65
- [12] Weaver S and Gleeson M P 2008 The Importance of The Domain of Applicability in QSAR Modeling *J. Mol. Graph. Model.* **26** 1315–26
- [13] Netzeva T I, Worth A P, Aldenberg T, Benigni R, Cronin M T D, Gramatica P, Jaworska J S, Kahn S, Klopman G, Marchant C A, Myatt G, Nikolova-Jeliazkova N, Patlewicz G Y, Perkins R, Roberts D W, Schultz T W, Stanton D T, Van De Sandt J J M, Tong W, Veith G and Yang C 2005 Current Status of Methods for Defining The Applicability Domain of (quantitative) Structure-Activity Relationships *ATLA Altern. to Lab. Anim.* **33** 155–73
- [14] Pires D E V, Blundell T L and Ascher D B 2015 pkCSM: Predicting Small-Molecule Pharmacokinetic and Toxicity Properties Using Graph-Based Signatures *J. Med. Chem.* **58** 4066–72
- [15] Daina A, Michielin O and Zoete V 2017 SwissADME: A Free Web Tool to Evaluate Pharmacokinetics, Drug-likeness and Medicinal Chemistry Friendliness of Small Molecules *Sci. Rep.* **7** 1–13
- [16] Benbouguerra K, Chafai N, Chafaa S, Touahria Y I and Tlidjane H 2021 New α -Hydrazinophosphonic Acid: Synthesis, Characterization, DFT Study and In Silico Prediction of Its Potential Inhibition of SARS-CoV-2 Main Protease *J. Mol. Struct.* **1239** 130480
- [17] Reichel A and Lienau P 2015 Organ-Specific Cancer Metabolism and Its Potential for Therapy Ilaria: Adipokines and the Endocrine Role of Adipose Tissues *Handbook of Experimental Pharmacology* (Springer International Publishing Switzerland 2015) pp 251–63
- [18] Purwanto B T, Hardjono S, Widiandani T, Nasyanka A L and Siswanto I 2021 In Silico Study and ADMET prediction of N- (4-fluorophenylcarbamoithiyl) Benzamide Derivatives as Cytotoxic Agents *J. Hunan Univ. Sci.* **48** 78–85
- [19] Ghaleb A, Aouidate A, Bouachrine M, Lakhlifi T and Sbai A 2019 In Silico Exploration of Aryl Halides Analogues as Checkpoint Kinase 1 Inhibitors by Using 3D QSAR, Molecular Docking Study, and ADMET Screening *Adv. Pharmaceutical Bull.* **9** 84–92
- [20] Zanger U M and Schwab M 2013 Cytochrome P450 Enzymes in Drug Metabolism: Regulation of Gene Expression, Enzyme Activities, and Impact of Genetic Variation *Pharmacol. Ther.* **138** 103–41
- [21] Kuchana M and Kambala L B 2021 Design, Synthesis and In Silico Prediction of Drug-Likeness Properties of New Ortho, Meta and Para-(2-cyano-3-(3,5-di-tert-butyl-4-hydroxyphenyl)acrylamido)benzoic acids *J. Appl. Pharm. Sci.* **11** 031–5
- [22] Rudrapal M and Sowmya M P K 2019 Design, Synthesis, Drug-Likeness Studies and Bio-Evaluation of Some New Chalconeimines *Pharm. Chem. J.* **53** 814–21

PEMBUATAN KERTAS INDIKATOR DARI EKSTRAK DAUN BAYAM MERAH (*Amaranthus tricolor* L.) SEBAGAI INDIKATORASAM BASA ALAMI DALAM PRAKTIKUM KIMIA

Maria Yuliani Anu, Maria Aloisia Uron Leba, Vinsensia H. B. Hayon

Pendidikan Kimia, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Katolik Widya Mandira, Jalan San Juan, Penfui Timur, Kupang Tengah, Kupang, Nusa Tenggara Timur
E-mail: mariaaloisiauronleba@gmail.com

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji: 1) Titik didih. 2) Kandungan fitokimia ekstrak. 3) Efektivitas ekstrak dalam mengidentifikasi sifat asam basa pada berbagai larutan uji. 4) Efektivitas kertas indikator dalam mengidentifikasi sifat asam basa pada berbagai larutan uji. 5) Stabilitas dan sensitivitas kertas indikator yang dihasilkan. Hasil penelitian yang diperoleh: 1) Ekstrak daun bayam merah memiliki titik didih pada pelarut metanol 96% pa sebsesar 72°C. 2) Ekstrak daun bayam merah memiliki komponen senyawa metabolit sekunder pada pelarut metanol 96% pa yaitu alkaloid, flavonoid, tannin, saponin, dan steroid. 3) Ekstrak daun bayam merah pada pelarut metanol 96% efektif dalam mengidentifikasi sifat asam basa. 4) Kertas indikator daun bayam merah pada pelarut metanol 96% pa efektif dalam mengidentifikasi sifat asam basa. 5) Stabilitas kertas indikator daun bayam merah pada pelarut metanol 96% pa mampu bertahan selama 10 hari sedangkan sensitivitas kertas indikatornya mampu memberikan sensitivitas yang baik dan jelas sampai hari ke-15.

Kata Kunci: Antosianin, Bayam Merah, Indikator Asam Basa Alami.

Abstract

The purpose of this study was to examine: 1) Boiling point. 2) Phytochemical content of the extract. 3) The effectiveness of extracts in identifying acid-base properties in various test solutions. 4) The effectiveness of indicator paper in identifying acid-base properties in various test solutions. 5) Stability and sensitivity of the resulting indicator paper. The data analysis used in this research is descriptive analysis and quantitative analysis. The results obtained were: 1) Red spinach leaf extract had a boiling point of 96% pa methanol at 72°C. 2) Red spinach leaf extract has components of secondary metabolites in 96% pa methanol solvents, namely alkaloids, flavonoids, tannins, saponins, and steroids. 3) Red spinach leaf extract in 96% pa methanol solvent was effective in identifying acid-base properties. 4) Red spinach leaf indicator paper in 96% pa methanol solvent was effective in identifying acid-base properties. 5) The stability of red spinach leaf indicator paper in 96% pa methanol solvent was able to last for 10 days while the sensitivity of the indicator paper was able to provide good and clear sensitivity up to the 15th day.

Keywords: Anthocyanin, Red Spinach, Natural Acid-Base Indicator.

PENDAHULUAN

Indikator asam basa merupakan zat yang dapat mengalami perubahan warna diiringi dengan perubahan pH larutan. Umumnya indikator asam basa merupakan senyawa-senyawa organik. Indikator asam basa alami merupakan jenis indikator yang dapat dibuat dengan memanfaatkan zat warna tumbuhan. Zat warna ini dapat diperoleh dari bagian batang, daun, bunga, maupun buah dari suatu tumbuhan [1]. Warna merah, jingga, ungu, ataupun biru yang banyak terdapat pada bagian tertentu tumbuhan merupakan pigmen organik yang disebut antosianin [2]. Bagian tanaman yang mengandung antosianin dapat dimanfaatkan sebagai indikator asam basa alami, karena senyawa ini dapat berubah warna pada suasana asam maupun basa [3]. Indikator yang digunakan secara luas hingga saat ini umumnya adalah indikator sintesis.

Penggunaan indikator sintesis seperti phenoltalein, metil merah, metil jingga, kertas lakmus [4] yang dapat menimbulkan polusi kimia yang mencemari lingkungan, membahayakan kesehatan [5] dan mahal [6]. Terlepas dari masalah ini, pada kenyataannya dalam pembelajaran kimia khususnya praktikum kimia pada materi identifikasi asam basa dan titrasi asam basa di sekolah-sekolah khususnya di Nusa Tenggara Timur (NTT) umumnya tidak berjalan. Hal ini disebabkan karena ketidaktersediaan indikator yang digunakan untuk praktikum ini. Umumnya guru-guru menggunakan indikator sintesis

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA
Kupang, 31 Maret 2022**

untuk praktikum ini. Sedangkan di sisi lain sekolah-sekolah yang berada di daerah-daerah di wilayah NTT umumnya tidak menyediakan indikator sintesis ini.

Dari hasil wawancara pada tanggal 2 Maret 2021 melalui telepon dengan beberapa guru kimia dan siswa SMA jurusan IPA pada beberapa sekolah di beberapa daerah dapat diperoleh informasi dan fakta mengenai pembelajaran kimia pada materi asam basa. Pada beberapa sekolah, praktikum identifikasi asam basa tidak dilakukan sejak 3-5 tahun terakhir. Hal ini disebabkan karena sekolah kehabisan kertas lakmus dan belum diadakan kembali. Sekitar tiga sekolah pernah melakukan praktikum ini dengan ekstrak tumbuhan berwarna namun saat ini tidak dilakukan lagi. Sebenarnya penggunaan pigmen warna tumbuhan sebagai indikator alami bukan merupakan hal yang baru, tetapi kenyataannya masih banyak sekolah belum memanfaatkannya. Untuk praktikum titrasi asam basa dari semua sekolah yang diwawancarai, semuanya tidak melakukan praktikum karena ketidaktersediaan alat maupun indikator untuk titrasi.

Dalam rangka mendukung penerapan *green chemistry* dan untuk mengatasi permasalahan pembelajaran kimia di sekolah seperti yang diuraikan diatas maka pemanfaatan dan pengembangan zat warna tumbuhan sebagai indikator asam basa alami dalam praktikum kimia merupakan salah satu solusinya. Salah satu tumbuhan yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber indikator alami adalah bayam merah. Tumbuhan ini banyak terdapat di daerah tropis, salah satunya di Flores, murah dan juga berpotensi sebagai indikator alami. Bayam merah mengandung senyawa metabolit sekunder seperti alkaloid, flavonoid, saponin, tannin, dan steroid [7]. Daun bayam merah mengandung antosianin yaitu pigmen yang memberi warna merah, jingga, ungu, ataupun biru yang banyak terdapat pada bagian bunga, daun, buah, akar atau umbi, dan bagian batang [2]. Kandungan antosianinnya inilah yang menjadikan bayam merah dapat digunakan sebagai indikator asam basa alami [8].

Pengembangan indikator dari zat warna bayam merah dalam bentuk kertas belum banyak dilakukan. Padahal pembuatan indikator ini relatif mudah dan murah karena hanya memerlukan kertas saring saja [9]. Penggunaan indikator dalam wujud kertas dapat bertahan lama [10] dan tidak membutuhkan preparasi ketika akan menggunakannya. Sedangkan indikator alami dalam wujud serbuk dapat disimpan dalam waktu yang lama dan tidak mudah rusak namun harus dipreparasi setiap kali menggunakannya [11]. Selain itu apabila bayam merah digunakan sebagai sumber belajar dalam praktikum tentunya dapat menarik minat dan perhatian, serta menimbulkan rasa kagum dan rasa ingin tahu pada siswa. Perasaan ini dapat timbul karena mereka dapat memahami suatu konsep kimia menggunakan sumber belajar dari bahan alam lokal [12]. Pembelajaran kontekstual yang seperti ini dapat meningkatkan pemahaman siswa [13] karena konsep ilmu kimia yang diberikan dikaitkan dengan pengalaman dan pengetahuan awal siswa [14].

Berdasarkan pemaparan diatas, maka sangat penting untuk mengkaji pemanfaatan pigmen dari bayam merah sebagai indikator asam basa alami dan mempelajari efektivitasnya. Dengan demikian peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “Pembuatan Kertas Indikator Dari Ekstrak Daun Bayam Merah (*Amaranthus tricolor* L.) Sebagai Indikator Asam Basa Alami dalam Praktikum Kimia.”.

METODE

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan daun bayam merah, metanol 96% pa, HCl pekat, kristal NaOH, aquades, kertas saring Jepang grade halus ukuran 58 x 58 cm, reagen mayer, reagen wagner, HCl 0,1 N, serbuk Mg, larutan FeCl₃, asam asetat anhidrida 98%, asam sulfat 98%, kloroform 98% pa, larutan cuka, ekstrak jeruk nipis, air kapur, dan larutan soda kue. Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu blender, toples kaca, gelas kimia *Scott Duran* 1000 mL, neraca analitik, labu erlenmeyer *Schott Duran* 1000 mL, piring kaca, silinder ukur 250 mL, spatula, sendok plastik, corong, batang pengaduk, pipet tetes, aluminium foil, sendok plastik, *stopwatch*, gunting, mistar, pensil, tabung reaksi, pipet tetes, termometer raksa 110° C, kertas label, penjepit buaya, penangas air, statip, hot plate, pipet ukur 10 mL, kawat kasa, kaki tiga, gelas kimia *Schott Duran* 100 mL, plat tetes, baki kaca atau loyang, aluminium foil, tisu, evaporator, pH meter dan indikator universal.

Prosedur Kerja

Persiapan dan Preparasi Sampel

Sampel daun bayam merah dicuci di air mengalir. Sampel yang sudah bersih kemudian diblender.

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA
Kupang, 31 Maret 2022**

Sebanyak 250 gram sampel halus ditimbang dan dimaserasi dengan metanol 96% paselama 24 jam. Selanjutnya ekstrak dipisahkan dari campurannya dengan cara disaring menggunakan kertas saring. Ekstrak yang diperoleh tersebut siap digunakan untuk uji titik didih, uji alkaloid, uji flavonoid, uji saponin, uji tannin, uji steroid dan triterpenoid, uji efektivitas terhadap pH larutan 1-14 dan berbagai sampel asam dan basa.

Pembuatan Larutan Uji pH 1-14

Larutan uji pH 1-6 dibuat dari larutan stok HCl 0,1 M sedangkan larutan pH 8-14 dibuat dari larutan stok NaOH 0,1 M. Larutan pH 1 dibuat dengan mengambil 10 mL larutan HCl 0,1 M kemudian diencerkan dalam labu volumetrik 100 dan diukur pH-nya. Bila pH-nya belum tepat maka diatur dengan menambahkan HCl atau aquades hingga diperoleh pH yang tepat. Larutan pH 2 dibuat dengan mengencerkan larutan pH 1 dengan prosedur yang sama seperti pada pembuatan larutan pH 1. Demikian juga untuk larutan pH 3-6. Larutan pH 13 dibuat dengan mengambil 10 mL larutan stok NaOH 0,1 M kemudian diencerkan dalam labu volumetrik 100mL dan diukur pH-nya. Bila pH belum tepat maka diatur dengan menambahkan NaOH atau aquades hingga diperoleh pH yang tepat. Larutan pH 12 dibuat dengan mengencerkan larutan pH 13 dengan prosedur yang sama seperti pada larutan pH 13. Demikian juga untuk pembuatan larutan 8-11. Larutan pH 7 digunakan aquades yang sudah diukur pH-nya [15], [16].

Pembuatan Larutan Sampel Asam dan Basa

Sampel asam basa diperoleh dari bahan-bahan yang digunakan sehari-hari. sampel yang berwujud cair langsung digunakan sedangkan sampel yang berwujud padat terlebih dahulu dilarutkan dengan air. Ekstrak jeruk nipis diperoleh dari perasan jeruk nipis, cuka diambil dari cuka dapur yang beredar di pasaran, larutan soda kue dibuat dengan melarutkan 1 sendok kecil soda kue dalam 20 mL aquades, dan air kapur dibuat dengan melarutkan 1 sendok kecil kapur siri dalam 20 mL aquades [15], [16].

Persiapan dan Preparasi Kertas Indikator

Dibuat dari kertas saring Jepang grade halus ukuran 58×58 , kertas ini digunting dengan ukuran 1×5 cm sebanyak 72 lembar selanjutnya disimpan dalam toples kaca yang akan digunakan pada pembuatan kertas indikator alami [15], [16].

Hitung % Rendemen dari Ekstrak Daun Bayam Merah

Timbang massa dari ekstrak daun bayam merah sebelum dimaserasi dan evaporasi lalu catat massa yang diperoleh. Setelah ekstrak daun bayam merah dimaserasi dan dievaporasi lalu timbang massanya kemudian catat massa yang diperoleh. Selanjutnya hitung % rendemen [17]. *Penentuan Titik Didih dari Ekstrak Daun Bayam Merah*

Sebanyak 2 mL ekstrak daun bayam merah dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang telah ditutup dengan penyumbat dan diberi termometer raksa 110°C . Masukkan ke dalam penangas air, panaskan hingga mencapai suhu tertinggi. Selanjutnya catat hasil pengamatan suhu yang diperoleh [17].

Uji Alkaloid dari Ekstrak Daun Bayam Merah

Disiapkan 2 buah tabung reaksi yang bersih. Diberi label A dan B pada masing-masing tabung reaksi. Masukkan 1 mL ekstrak daun bayam merah ke dalam masing-masing tabung A dan B. Kemudian tambahkan 0,5 mL HCl 0,1 N pada tabung A. Kocok campuran hingga homogen, tambahkan 5-6 tetes reagen Mayer ke dalam tabung A, aduk hingga campuran homogen. Selanjutnya tambahkan 5-6 tetes reagen Wagner ke dalam tabung B, aduk hingga campuran homogen. Jika pada tabung A terbentuk endapan putih dan tabung B terbentuk endapan coklat maka ekstrak positif mengandung alkaloid [17], [18].

Uji Flavonoid dari Ekstrak Daun Bayam Merah

Disiapkan sebuah plat tetes yang bersih kemudian diberi label M_0 dan $M_{\text{flavonoid}}$. Masukkan sedikit serbuk Mg ke dalam lekukan plat tetes. Kemudian tambahkan 3 tetes HCl 0,1 N. Selanjutnya masukkan 6 tetes ekstrak daun bayam merah ke dalam tabung reaksi dan amati perubahan yang terjadi. Jika terbentuk warna merah, kuning atau jingga, menunjukkan adanya flavonoid [17], [18].

Uji Saponin dari Ekstrak Daun Bayam Merah

Masukkan 1 mL ekstrak daun bayam merah ke dalam tabung reaksi. Tambahkan 2 mL air panas ke dalam ekstrak ekstrak daun bayam merah, aduk campuran selama 30 detik, kemudian amati perubahan yang terjadi. Jika terbentuk busa dan dengan penambahan 1 mL HCl 0,1 N busa tersebut tidak hilang maka ekstrak positif mengandung saponin [17], [18].

Uji Tannin dari Ekstrak Daun Bayam Merah

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA
Kupang, 31 Maret 2022**

Memasukkan 6 tetes ekstrak bayam merah kedalam dua lekukan plat tetes yang telah di berilabel M_0 dan M_{tannin} . Kemudian tambahkan 3 tetes larutan FeCl_3 . Apabila terdapat endapan cokelat maka ekstrak positif mengandung tannin [17], [18].

Uji Steroid dan Triterpenoid dari Ekstrak Daun Bayam Merah

Memasukkan 1 mL ekstrak daun bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) dalam tabung reaksi, dikocok dengan 2 mL kloroform 98% pa. Pisahkan lapisan kloroform. Selanjutnya teteskan pada plat tetes dan biarkan sampai kering. Setelah kering, tambahkan 5 tetes asam asetat anhidrida 98% dan 3 tetes H_2SO_4 98% ke dalam ekstrak. Kemudian amati perubahan yang terjadi. Jika terbentuk warna merah, orange, kuning menunjukkan positif triterpenoid sedangkan terbentuknya warna hijau menunjukkan positif steroid [17], [18].

Uji Efektivitas Ekstrak Daun Bayam Merah dalam Larutan Uji pH 1-14

Disiapkan 2 buah plat tetes. Kemudian beri label 1-14 pada masing-masing lekukan. Masukkan 3 tetes larutan pH 1-14 pada masing-masing lekukan yang telah diberi label. Selanjutnya tambahkan 3 tetes ekstrak daun bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) kedalam masing-masing lekukan plat tetes yang telah berisi larutan pH. Amati dan catat perubahan yang terjadi [15], [16].

Uji Efektivitas dari Ekstrak Daun Bayam Merah dalam Larutan Sampel Asam dan Basa

Disiapkan sebuah plat tetes bersih. Kemudian beri label yang bertuliskan larutan sampel asam dan basa pada masing-masing lekukan. Kemudian masukkan 3 tetes larutan sampel asam (perasan jeruk nipis dan asam cuka) dan basa (larutan kapur sirih dan larutan soda kue) kedalam masing-masing lekukan yang telah diberi label. Selanjutnya tambahkan 3 tetes ekstrak daun bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) ke dalam 4 lekukan yang sudah terisi sampel asam dan basa. Kemudian amati dan catat perubahan yang terjadi [15], [16].

Pembuatan Kertas Indikator dari Ekstrak Daun Bayam Merah

Ekstrak yang diperoleh pada tahap persiapan dan preparasi selanjutnya di absorsikan pada kertas saring selama 3 hari sehingga diperoleh kertas indikator daun bayam merah dengan berbagai kualitas. Setelah 3 hari kertas saring yang sudah terabsorpsi diangkat dan dibiarkan dalam ruangan hingga kering. Setelah kering, kertas indikator daun bayam merah disimpan pada wadah kaca tertutup untuk diuji dalam larutan pH 1-14, diuji dalam sampel asam dan basa, serta uji stabilitas dan sensitivitas warna kertas indikator [15], [16].

Uji Efektivitas Kertas Indikator Ekstrak Daun Bayam Merah dalam Larutan Uji pH 1-14

Disiapkan 2 buah plat tetes kemudian diberi label 1-14 pada masing-masing lekukan. Kemudian masukkan masing-masing larutan uji pH 1-14 sebanyak 6 tetes ke dalam 14 lekukan plat tetes yang sudah diberi label tersebut. Selanjutnya ambil 14 lembar kertas indikator daun bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) kemudian dicelupkan pada masing-masing larutan uji pH 1-14. Lalu amati dan catat perubahan yang terjadi [15], [16].

Uji Efektivitas Kertas Indikator dari Ekstrak Daun Bayam dalam Larutan Sampel Asam dan Basa

Disiapkan sebuah plat tetes bersih. Kemudian beri label pada masing-masing lekukan yang bertuliskan larutan sampel asam dan basa. Selanjutnya tambahkan 6 tetes larutan sampel asam dan basa ke dalam masing-masing lekukan plat tetes yang telah diberi label tersebut. Lalu ambil 4 lembar kertas indikator daun bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) dan celupkan pada larutan sampel asam (perasan jeruk nipis dan asam cuka) dan basa (larutan kapur sirih dan larutan soda kue). Kemudian amati dan catat perubahan yang terjadi [15], [16].

Uji Stabilitas dan Sensitivitas Kertas Indikator dari Ekstrak Daun Bayam Merah

Uji Stabilitas Warna Kertas Indikator Daun Bayam Merah Berdasarkan Variasi Waktu Penyimpanannya

Kertas indikator daun bayam merah yang dihasilkan kemudian dibungkus menggunakan tisu lalu disimpan pada toples kaca tertutup. Penyimpanan dilakukan selama 0 hari, 5 hari, 10 hari, dan 15 hari, kemudian dilakukan pengamatan terhadap warna kertas indikator daun bayam merah pada setiap perlakuan. Selanjutnya catat hasil pengamatan.

Uji Sensitivitas Warna Kertas Indikator Daun Bayam Merah Terhadap Larutan pH 1-14 dan Beberapa Sampel Asam dan Basa Berdasarkan Variasi Waktu Penyimpanan

Uji Sensitivitas Kertas Indikator Terhadap Larutan pH 1-14

Disiapkan 2 buah plat tetes kemudian diberi label 1-14 pada masing-masing lekukan. Kemudian masukkan masing-masing larutan uji pH 1-14 sebanyak 6 tetes ke dalam 14 buah lekukan yang sudah

diberi label tersebut. Selanjutnya ambil 14 lembar kertas indikator daun bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) kemudian dicelupkan pada masing-masing larutan uji pH 1-14. Lalu amati dan catat perubahan yang terjadi [15], [16].

Uji Sensitivitas Kertas Indikator Terhadap Beberapa Sampel Asam dan Basa

Disiapkan sebuah plat tetes bersih. Kemudian beri label pada masing-masing lekukan yang bertuliskan larutan sampel asam dan basa. Selanjutnya tambahkan masing-masing 6 tetes larutan sampel asam dan basa pada masing-masing lekukan yang telah diberi label tersebut. Lalu celupkan kertas indikator daun bayam merah pada larutan sampel asam (perasan jeruk nipis dan asam cuka) dan basa (larutan kapur sirih dan larutan soda kue). Kemudian amati dan catat perubahan yang terjadi [15], [16].

Analisis Data

Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis secara deskriptif dan analisis secara kuantitatif. Data efektivitas ekstrak daun bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) yang dihasilkan kemudian dianalisis dengan membandingkan data hasil uji antosianin secara teoritis. Data efektivitas kertas indikator dari daun bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) yang dihasilkan dianalisis dengan membandingkan data hasil uji antosianin secara teoritis. Data mengenai stabilitas dan sensitivitas warna kertas indikator dari ekstrak daun bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) terhadap larutan uji pH 1-14 dan berbagai larutan sampel asam dan basa yang dianalisis secara deskriptif dengan membandingkan hasilnya pada berbagai kondisi.

Data hasil penentuan titik didih dari ekstrak daun bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) dianalisis deskriptif menggunakan teori titik didih, data hasil uji alkaloid dari ekstrak daun bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) dianalisis dengan membandingkan data teoritis reagen Mayer dan reagen Wagner, data hasil uji flavonoid dari ekstrak daun bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) dianalisis dengan menggunakan perbandingan data teoritis hasil positif reagen Wilstater Sianidin (reaksi antara HCl dengan logam Mg), data hasil uji saponin dari ekstrak daun bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) dianalisis menggunakan perbandingan data teoritis hasil positif metode Forth, data hasil uji tannin dari ekstrak daun bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) dianalisis dengan menggunakan perbandingan data teoritis pereaksi FeCl₃, dan data hasil uji steroid dan triterpenoid dari ekstrak daun bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) dianalisis menggunakan perbandingan data teoritis pereaksi Liebermann-Burchard.

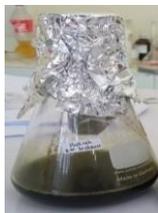
Analisis data hasil % rendemen ekstrak daun bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) yaitu dianalisis secara kuantitatif dimana % rendemen dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\% \text{ Rendemen} = \frac{\text{berat ekstrak hasil ekstraksi}}{\text{berat simplisia}} \times 100\% \quad [19]. \quad (1)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ekstraksi Sampel Daun Bayam Merah

Hasil ekstraksi sampel daun bayam merah dengan pelarut metanol 96% pa memiliki warna ekstrak hijau kemerahan. Hasilnya dapat dilihat pada Gambar 1. berikut ini:



Gambar 1. Ekstrak Hasil Maserasi

Antosianin merupakan senyawa yang bersifat polar sehingga untuk mengekstraksinya digunakan pelarut yang bersifat polar [20]. Antosianin larut dalam air [21] dan pelarut polar seperti etanol, metanol, aseton, dan kloroform [22]. Berdasarkan sifat antosianin tersebut maka dalam penelitian ini digunakan metanol 96% pa sebagai pelarut untuk mengekstraksi antosianin dari sampel daun bayam merah.

Sampel yang dimaserasi harus dihaluskan terlebih dahulu. Hal ini bertujuan untuk memperluas permukaan bidang sentuh sampel sehingga mempermudah pelarut untuk menarik senyawa yang terkandung dalam sampel, karena luas permukaan sampel merupakan salah satu faktor yang

mempengaruhi kecepatan difusi analit dari permukaan sampel ke dalam pelarut [23]. Semakin besar luas permukaan bidang sentuh sampel (atau semakin kecil ukuran sampel) maka proses difusi analit dari sampel ke dalam pelarut semakin cepat [24].

Rendemen Ekstrak Daun Bayam Merah

Hasil persentase rendemen ekstrak daun bayam merah dengan pelarut metanol 96% pa adalah sebesar 0,01812%. Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 1. berikut ini:

Tabel 1. Data Rendemen Ekstrak Bayam Merah

Massa Sampel (gr)	Massa Wadah (gr)	Massa Ekstrak + Massa Wadah (gr)	Massa Ekstrak Hasil Maserasi (gr)	Persentase (%)
250	198,14	202,67	4,53	0,01812

Rendemen ekstrak dihitung berdasarkan perbandingan berat akhir (berat ekstrak yang dihasilkan) dengan berat awal (berat biomassa sel yang digunakan/berat simplisia) dikalikan 100% [19].

Titik Didih dari Ekstrak Daun Bayam Merah

Hasil penentuan titik didih menunjukkan ekstrak daun bayam merah dengan pelarut metanol 96% pa memiliki titik didih sebesar 72°C. Penentuan titik didih diuji dikarenakan salah satu faktor yang mempengaruhi stabilitas antosianin adalah suhu dimana antosianin mempunyai stabilitas yang rendah. Pada pemanasan yang tinggi, kestabilan dan ketahanan zat warna antosianin akan berubah [25].

Kandungan Fitokimia dari Ekstrak Daun Bayam Merah

Kandungan fitokimia dalam ekstrak daun bayam merah yang diuji dalam penelitian ini diketahui bahwa ekstrak metanol 96% daun bayam merah mengandung alkaloid, flavonoid, saponin, tannin, dan steroid. Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 2. berikut ini:

Tabel 2. Kandungan Fitokimia Ekstrak Daun Bayam Merah

Sifat Fitokimia	Keterangan
Alkaloid	+
Flavonoid	+
Saponin	+
Tannin	+
Steroid	+
Triterpenoid	-

Hasil analisis kelompok senyawa alkaloid pada ekstrak daun bayam merah dengan reagen Mayer terdapat endapan putih pada ekstrak sedangkan pada ekstrak daun bayam merah dengan reagen Mayer terdapat endapan cokelat. Hal ini menunjukkan adanya kelompok senyawa alkaloid dalam ekstrak daun bayam merah.

Hasil analisis kelompok senyawa flavonoid pada ekstrak daun bayam merah dengan reagen Wilstater-sianidin (HCl dan serbuk Mg) membentuk kompleks berwarna merah. Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak mengandung senyawa flavonoid.

Hasil analisis kelompok senyawa saponin ekstrak daun bayam merah dengan metode Forth (air panas + HCl) membentuk busa, menunjukkan ekstrak daun bayam merah mengandung kelompok senyawa saponin. Timbulnya busa pada uji Forth menunjukkan adanya glikosida yang mempunyai kemampuan membentuk buih dalam cair yang terhidrolisis menjadi glukosa dan senyawa lainnya [26]. Senyawa saponin tersebut akan cenderung tertarik oleh pelarut yang bersifat semi-polar seperti metanol 96% pa.

Hasil analisis kelompok senyawa tannin pada ekstrak daun bayam merah dengan reagen FeCl₃ terdapat endapan cokelat. Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak mengandung kelompok senyawa tannin. Hasil analisis kelompok senyawa steroid pada ekstrak daun bayam merah dengan reagen Liebermann-Burchard menunjukkan warna hijau muda pada ekstrak. Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak daun bayam merah mengandung kelompok senyawa golongan steroid. Beberapa senyawa steroid mengandung gugus -OH yang sering disebut dengan sterol, sehingga sifatnya cenderung lebih polar dimana sifat kepolaran tersebut hampir sama dengan sifat kepolaran alkohol. Perubahan warnamenjadi

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA**

Kupang, 31 Maret 2022

hijau pada ekstrak karena mengembun atau melepaskan H₂O dan bergabung dengan karbokation [27].

Efektivitas Ekstrak Daun Bayam Merah

Efektivitas ekstrak daun bayam merah diketahui berdasarkan hasil uji ekstrak dalam larutan uji pH 1-14 dan juga dalam beberapa sampel. Hasil uji efektivitas ekstrak daun bayam merah pada larutan uji pH 1-14 ditampilkan dalam Tabel 3. dan hasil uji efektivitas ekstrak daun bayam merah dalam sampel ditampilkan dalam Tabel 4. berikut ini:

Tabel 3. Hasil Uji Efektivitas Ekstrak Daun Bayam Merah dalam Larutan Uji pH 1-14

pH Larutan	1	2	3	4	5	6	7
Warna Ekstrak	Jingga	Jingga	Jingga	Jingga	Jingga pudar	Kuning	Kuning
Gambar							
pH Larutan	8	9	10	11	12	13	14
Warna Ekstrak	Kuning	Kuning	Kuning	Kuning kehijauan	Kuning kehijauan	Hijau muda	Hijautua
Gambar							

Tabel 4. Uji Efektivitas Ekstrak Daun Bayam Merah dalam Sampel Asam dan Basa

Larutan Sampel	Larutan Asam Cuka (CH ₃ COOH)	Jeruk Nipis (C ₆ H ₈ O ₇)	Larutan Soda Kue (NaHCO ₃)	Larutan Kapur Sirih Ca(OH) ₂
Warna Ekstrak	Jingga	Jingga	Kuning	Hijau
Gambar				

Hasil uji ekstrak daun bayam merah pada larutan uji menunjukkan bahwa ekstrak berwarna jingga pada pH 1-4, jingga pudar pada pH 5, kuning pada pH 6-10, kuning kehijauan pada pH 11-12, hijau muda pada pH 13, dan hijau tua pada pH 14. Hal ini sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Riswanto (2020) yang menyatakan bahwa ekstrak daun bayam merah dengan pelarut metanol dalam asam kuat berwarna jingga, dalam asam lemah berwarna jingga muda, dalam basa kuat berwarna hijau, dan dalam basa lemah berwarna hijau muda. Hal ini disebabkan karena faktor yang mempengaruhi kestabilan warna senyawa antosianin dipengaruhi oleh pH atau tingkat keasaman, dan akan lebih stabil apabila dalam suasana asam atau pH yang [28].

Hasil uji ekstrak daun bayam merah pada larutan sampel asam cuka dan jeruk nipis menunjukkan ekstrak berwarna jingga. Hasil uji ekstrak pada larutan sampel soda kue menunjukkan ekstrak berwarna kuning dan hasil uji ekstrak pada larutan sampel kapur sirih menunjukkan ekstrak berwarna hijau.

Efektivitas Kertas Indikator dari Ekstrak Daun Bayam Merah (KIDBM) yang Dihasilkan

Efektivitas kertas indikator dari ekstrak daun bayam merah diketahui berdasarkan hasil uji kertas indikator ekstrak dalam larutan uji pH 1-14 dan juga dalam beberapa sampel. Hasil uji efektivitas kertas indikator dari ekstrak daun bayam merah pada larutan uji pH 1-14 ditampilkan dalam Tabel 5. dan hasil uji efektivitas kertas indikator dari ekstrak daun bayam merah dalam sampel ditampilkan dalam Tabel 6. berikut ini:

Tabel 5. Hasil Uji Efektivitas KIDBM dalam Larutan Uji pH 1-14

pH Larutan	1	2	3	4	5	6	7
Warna Ekstrak	Jingga	Jingga	Jingga	Jingga	Jingga pudar	Kuning	Kuning
Gambar							
pH Larutan	8	9	10	11	12	13	14
Warna Ekstrak	Kuning	Kuning	Kuning	Kuning kehijauan	Kuning kehijauan	Hijau muda	Hijau
Gambar							

Tabel 6. Uji Efektivitas KIDBM dalam Sampel Asam dan Basa

Larutan Sampel	Larutan Asam Cuka (CH_3COOH)	Jeruk Nipis ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$)	Larutan Soda Kue (NaHCO_3)	Larutan Kapur Sirih $\text{Ca}(\text{OH})_2$
Warna Ekstrak	Jingga	Jingga	Kuning	Hijau
Gambar				

Kertas indikator yang dihasilkan menunjukkan warna jingga pada pH 1-4, jingga pudar pada pH 5, kuning pada pH 6-10, kuning kehijauan pada pH 11-12, hijau muda pada pH 13, dan hijau tua pada pH 14. Berdasarkan hasil diketahui bahwa ekstrak daun bayam merah yang mengandung antosianin setelah adsorpsi pada kertas saring masih memberikan perannya terhadap perubahan pH. Kertas saring dipilih sebagai media untuk mengabsorpsi antosianin tidak berpengaruh terhadap kinerja antosianin. Hal ini diketahui setelah antosianin diabsorpsi dalam bentuk kertas, antosianin masih menunjukkan perubahan warna yang jelas sama seperti antosianin dalam wujud ekstrak [15], [16].

Hasil uji kertas indikator yang dihasilkan pada larutan sampel asam cuka dan jeruk nipis menunjukkan ekstrak berwarna jingga. Hasil uji kertas indikator pada larutan sampel soda kue menunjukkan ekstrak berwarna kuning dan hasil uji kertas indikator pada larutan sampel kapur sirih menunjukkan ekstrak berwarna hijau.

Stabilitas Warna Kertas Indikator dari Ekstrak Daun Bayam Merah

Hasil uji stabilitas warna kertas indikator dari ekstrak daun bayam merah pada penyimpanan mulai dari 0 hari, 5 hari, 10 hari, dan 15 hari. Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 7. berikut ini:

Tabel 7. Uji Stabilitas Warna Kertas Indikator dari Ekstrak Daun Bayam Merah

Hari	Ke-0	Ke-5	Ke-10	Ke-15
Warna Kertas Indikator	Jingga	Jingga	Jingga	Jingga pudar

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA
Kupang, 31 Maret 2022**

Dari hasil uji stabilitas warna kertas indikator yang dihasilkan terhadap lamanya penyimpanan diketahui bahwa stabilitas warna kertas indikator yang dihasilkan mampu bertahan sampai dengan 10 hari. Setelah penyimpanan 15 hari kertas indikator mulai mengalami perubahan warna menjadi warna jingga pudar. Perubahan warna pada kertas indikator ini menunjukkan bahwa struktur senyawa yang terabsorbikan pada kertas saring mengalami perubahan. Senyawa antosianin yang ada pada kertas saring dipengaruhi oleh cahaya, sehingga lama penyimpanan kertas akan mengakibatkan degradasi (penurunan kandungan senyawa) akibat adanya penguapan senyawa antosianin yang diikat oleh kertas saring. Hal ini membuktikan bahwa semakin lama kertas indikator disimpan, maka akan terjadi degradasi kandungan antosianin yang diikat oleh kertas saring [15], [16].

Sensitivitas Kertas Indikator dari Ekstrak Daun Bayam Merah

Sensitivitas kertas indikator yang dihasilkan diuji berdasarkan perubahan warna yang dihasilkan ketika dicelupkan pada larutan pH 1-14 dan beberapa sampel asam dan basa setelah penyimpanan selama waktu tertentu. Hasil uji sensitivitas kertas indikator pada larutan uji pH 1-14 menunjukkan bahwa setelah kertas indikator disimpan selama 5 hari, 10 hari, dan 15 hari kertas indikator masih memberikan sensitivitas yang baik. Sangat jelas teramati bahwa kertas indikator berwarna jingga pada pH 1-4, jingga pudar pada pH 5, kuning pada pH 6-10, kuning kehijauan pada pH 11-12, hijau muda pada pH 13, dan hijau tua pada pH 14. Untuk pengujian pada sampel, kertas indikator ini memberikan hasil yang senada yakni pada jeruk nipis dan cuka berwarna jingga, pada larutan soda kue berwarna kuning, dan pada larutan kapur sirih berwarna hijau.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa kertas indikator yang dihasilkan ini mampu memberikan sensitivitas yang baik hingga penyimpanan 15 hari.

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan analisis data dan pembahasan di atas dapat disimpulkan bahwa titik didih ekstrak daun bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) dengan pelarut metanol 96% adalah sebesar 72°C.

Kandungan senyawa metabolit sekunder dari ekstrak daun bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) dengan pelarut metanol 96% mengandung senyawa alkaloid, flavonoid, saponin, tannin, dan steroid. Efektivitas ekstrak daun bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) dengan pelarut metanol 96% efektif untuk mengidentifikasi sifat asam dan basa pada larutan uji pH 1-14: pada pH 1-4 menunjukkan warna jingga, pada pH 5 menunjukkan warna jingga pudar, pada pH 6-10 menunjukkan warna kuning, pada pH 11-12 menunjukkan warna kuning kehijauan, pada pH 13 menunjukkan warna hijau muda, dan pada pH 14 menunjukkan warna hijau. Sedangkan pada sampel asam dan basa: pada jeruk nipis dan asam cuka menunjukkan warna jingga, pada larutan soda kue menunjukkan warna kuning kehijauan, dan pada larutan kapur sirih menunjukkan warna hijau.

Efektivitas kertas indikator daun bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) dengan pelarut metanol 96% efektif untuk mengidentifikasi sifat asam dan basa suatu larutan pada larutan uji pH 1-14 dan sampel asam dan basa.

Stabilitas dan sensitivitas kertas indikator bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) dengan pelarut metanol 96% mempunyai stabilitas dan sensitivitas warna berdasarkan lama waktu penyimpanan yakni stabilitas warna dari kertas indikator ekstrak daun bayam merah adalah 10 hari tetapi masih memberikan sensitivitas yang baik sampai pada penyimpanan hari ke-15.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada Dosen Pembimbing yang telah membimbing dan meluangkan waktu bagi penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan artikel ini dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sudarshan, S., Bothara, S. B., Sangeeta, S., Roshan, P., dan Naveen, M. 2010. "Pharmaceutical Character of Flower as Natural Indicator: Acid-Base". A Journal The Pharma Research. Vol. (4): 83-90.
- [2] Hidayat dan Saati. (2006). *Membuat Pewarna Alami: Cara Sehat dan Aman Membuat Pewarna Makanan dari Bahan Alami*. Trubus Agrisarana: Surabaya.

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA
Kupang, 31 Maret 2022**

- [3] Marwati, S. 2010. *Kajian Penggunaan Ekstrak Kubis Ungu (Brassica oleracea L) sebagai Indikator Alami Titrasi Asam Basa*. Seminar Nasional Kimia FMIPA UNY. Yogyakarta : FMIPA UNY.
- [4] Ramdan, U. M.; Aryanti, Y.; Mulyana, Y. 2017. "Efektivitas Konsentrasi Etanol Untuk Ekstraksi Pewarna Alami Kembang Telang (*Clitoria Ternatea L.*) dan Aplikasinya Sebagai Alternatif Indikator Asam Basa". *Jurnal Kesehatan Bakti Tunas Husada* Vol. 17, No. 1.
- [5] Rusiani, A. F., Lazulva 2017. *Pengembangan Penuntun Praktikum Titrasi Asam Basa Menggunakan Indikator Alami Berbasis Pendekatan Saintifik*. *Jurnal Tadris Kimia* 2,2 (Desember 2017): 159-168.
- [6] Frantauansyah, F., S. Nuryanti & B. Hamzah. 2013. *Ekstrak Bunga Waru (Hibiscus Tiliaceus) Sebagai Indikator Asam-basa*. *Jurnal Akademika Kimia*. 2 (1) : 11-16.
- [7] Isrul, M., Dewi, C., Wahdini, V. 2020. *Uji Efek Antiinflamasi Infusa Daun Bayam Merah (Amaranthus tricolor L.) Terhadap Tikus Putih (Rattus norvegicus) Yang Diinduksi Keragenan*. *Jurnal Mandala Pharmacon Indonesia*, Vol. 6, No. 2.
- [8] Riswanto, W. 2020. *Pembuatan Indikator Bahan Alami Dari Ekstrak Bayam Merah (Amaranthus Tricolor L.) Sebagai Alternatif Indikator Asam-Basa*. Undergraduate Theses thesis, Universitas Tadulako.
- [9] Lestari, P. 2016. *Kertas Indikator Bunga Belimbing Wuluh (Averrhoa bilimbi L) Untuk Uji Larutan Asam Basa*. *Jurnal Pendidikan Madrasah*, Volume 1, Nomor 1.
- [10] Maulika, F., Kurniawan, R. A., Kurniasih, D. 2019. *Pengembangan Media Pembelajaran Indikator Asam Basa alami berbasis bioselulosa*. *Jurnal Ilmiah*. 7(1) : 56-64).
- [11] Marwati, S. 2012. *Ekstraksi Dan Preparasi Zat Warna Alami Sebagai Indikator Titrasi Asam Basa*. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan Dan Penerapan MIPA*. Yogyakarta : FMIPA UNY.
- [12] Leba, M. A. U., Tukan, M. B., Komisia, F. 2021. *Bimbingan Belajar Kimia Bagi Siswa SMA Yang Berdomisili Di Penfui-Binilaka Kupang*. *Jurnal Pengabdian Masyarakat*, Vol. 4, No. 2, hal. 124-133.
- [13] Afriani, A. 2018. *Pembelajaran Konteksual (Contextual Teaching And Learning) Dan Pemahaman Konsep Siswa*. *Jurnal Al-Muta'Aliyah Staidarul Kamal Nm Kembang Kerang*, Volume 1 nomor 3 (80-88).
- [14] Leba, Maria Aloisia Uron & Nona, Maria Goretti. 2020. *Eksperimen Kimia Sederhana Panduan Praktikum Kimia Untuk Guru dan Siswa*. Yogyakarta: Deepublish.
- [15] Bria, H. R., Leba, M. A. U., Kopon, A. M. 2021. *Penggunaan Ekstrak Umbi Ubi Jalar Ungu (Ipomea batatas L.) Sebagai Indikator Asam-Basa Alami*. *Jurnal beta Kimia*. Hal. 35-41.
- [16] Bria, H. R., Leba, M. A. U., Kopon, A. M. 2021. *Pembuatan Kertas Indikator Alam Dari Ekstrak Umbi Ubi Jalar Ungu (Ipomea batatas L.)*. *Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia (SN-KPK)*. Hal. 33-42.
- [17] Moruk, G. G. R. 2021. "Skrining Fitokimia Ekstrak Kombinasi Daun Alpukat, Jahe, Kunyit Dan Batang Serai". *Skripsi*. Kupang: Universitas Katolik Widya Mandira.
- [18] Hasti, F. S., Kopon, A. M., Baunsele, A. B., Tukan, M. B., Leba, M. A U., Boelan, E. G., Komisia, F. 2022. *Identification of Phytochemical Extract of a Combination of Young Coconut Water, Ginger and Turmeric*. *Indonesia Journal of Chemical Research*, 9(3), 208-214.
- [19] Sani, R.N., Fithri C.N., Ria D.A., dan Jaya M.M. 2014. *Analisis Rendemen dan Skrining Fitokimia Ekstrak Etanol Mikroalga Laut *Tetraselmis chuii**. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 2(2):121-126.
- [20] Afandy, M. A., Nuryanti, S., Diah, A. W. M. 2017. *Ekstraksi Ubi Jalar Ungu (Ipomoea batatas L.) Menggunakan Variasi Pelarut Serta Pemanfaatan Sebagai Indikator Asam-Basa*. *Jurnal Akademik Kimia*, 6(2): 79-85.
- [21] Mahmudatussa'adah, A., Fardiaz, D., Andarwulan, N., & Kusnandar, F. 2014. *Karakteristik Warna dan Aktivitas Antosianin Ubi Jalar Ungu*. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan* 25 (2):176 – 184.
- [22] Kristiana, H. D., Ariviani, S., & Khasanah, L. U. 2012. *Ekstraksi Pigmen Antosianin Buah Senggani (Melastoma malabathricum Auct. Non Linn) dengan Variasi Jenis Pelarut*. *Jurnal Teknosains Pangan* 1 (1): 105 – 109.
- [23] Leba, Maria Aloisia Uron. 2017. *Buku Ajar: Ekstraksi Dan Real Kromatografi*. Yogyakarta:

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA**

Kupang, 31 Maret 2022

Deepublish.

- [24] Mahanani, S. 2017. *Pemanfaatan Kulit Ubi Ungu Sebagai Indikator Asam-Basa Alternatif Alami Dengan Variasi Suhu Pengeringan dan Jenis Pelarut*. Universitas Muhammadiyah :Surakarta.
- [25] Samber, L. N., Semangun, H., Prasetyo, B. 2013. *Karakteristik Antosianin Sebagai Pewarna Alami*. Seminar Nasional X Pendidikan Biologi FKIP UNS, Vol. 10, No. 3.
- [26] Marlina, S. D., Suryanti, V. Suyono. 2005. *Skrining Fitokimia dan Analisis Kromatografi Lapis Tipis Komponen Kimia Buah Labu Siam (Sechium edule Jacq.Swartz.) dalam Ekstrak Etanol*. Biofarmasi. 3 (1):26–31.
- [27] Nugrahani, R., Andayani, Y., Hakim, A. 2016. *Skrining Fitokimia Dari Ekstrak Buah Bumcis (Phaseolus vulgaris) dalam Sediaan Serbuk*. Jurnal Penelitian Pendidikan IPA (JPPI), 02(01).
- [28] Arja, F.S., Darwis, D., Santini, A. 2013. *Isolasi, Identifikasi, Dan Uji Antioksidan Senyawa Antosianin Dari Buah Senduduk (Melastoma malabathricum L.) Serta Aplikasinya sebagai Pewarna Alami*. Jurnal Kimia Unand. Vol. 2 (1).

**PENGUJIAN MENGGUNAKAN ALUMINIUM DALAM
PENINGKATAN KADAR MANGAN DENGAN METODE
PYROMETALLURGY TERMIT DARI DESA OEPUAH, KECAMATAN
BIBOKI MOENLEU, KABUPATEN TIMOR TENGAH UTARA
PROPINSINUSA TENGGARA TIMUR**

Ika Fitri Krisnasiwi, S.Si., M.Sc

*Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana,
Jln. Adisucipto, Kota Kupang, 85001, Indonesia
E-mail: ikafitri_0102@yahoo.co.id*

Abstrak

Pyrometallurgy adalah suatu proses ekstraksi metal dengan penggunaan energi panas/kalor. Suhu yang digunakan mulai dari 50⁰C – 250⁰C (proses *Mond* untuk pemurnian nikel), hingga mencapai 2.000⁰ C (proses pembuatan campuran baja), yang umum dipakai hanya berkisar 500⁰C-1.600⁰C. Pada suhu tersebut kebanyakan logam ataupun campurannya sudah dalam fase cair bahkan kadang-kadang dalam fase gas pengambilan sampel bijih Mangan di desa Oepuah, Kecamatan Biboki Moenleu, Kabupaten Timor Tengah Utara, Provinsi Nusa Tenggara Timur. Lokasi penelitian dilakukan di Laboratorium Kimia Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Sains dan Teknik. Lokasi pengujian XRF dilakukan di Laboratorium Sentral Mineral Maju FMIPA, Dari data hasil pengujian XRF sebelum dilakukan proses *termit* dan pertukaran ion kandungan mangan 22,0% . Dari hasil pengujian XRF kadar mangan setelah dilakukan pemurnian memiliki kadar 66,48% dibandingkan dengan unsur senyawa dan unsur pengotor lainnya, hal ini menunjukkan bahwa proses *termit* dan penukaran ion dapat digunakan dengan maksimal untuk meningkatkan kadar dan memurnikan mangan hasil penelitian menunjukkan Kadar bijih mangan (Mn) pada bijih mangan oksida sebelum dilakukan pemurnian dengan metode penukaran ion adalah 22,0, Kadar bijih mangan (Mn) pada bijih mangan oksida setelah dilakukan pemurnian dengan metode penukaran ion dimana kadar mangan meningkat menjadi 66,48%

Kata kunci : *Perbandingan Aluminium, kadar mangan, pyrometallurgy termit*

LATAR BELAKANG

Mangan merupakan salah satu dari 12 unsur terbesar yang terkandung dalam kerak bumi, bijih Mangan yang terkandung dalam kerak bumi diketahui ada 300 jenis. Namun yang sering dijumpai dalam cebakan bijih komersial ada 13 jenis diantaranya Hausmanit, Manganit, Bementit, Rodokrosit, Rodonit, Psilomelan, Pirolusit, Kriptomelan, Ramsdellit. Pirolusit dan psilomelan merupakan mineral yang umum menjadi cebakan utama bijih mangan. Logam dan Ion mangan bersifat paramagnetik *Pyrometallurgy* adalah salah suatu proses ekstraksi metal dengan penggunaan energi, panas/kalor. Suhu yang digunakan mulai dari 50⁰C – 250⁰C (proses *Mond* untuk pemurnian nikel), hingga mencapai 2.000⁰ C (proses pembuatan campuran baja), yang umum dipakai hanya berkisar 500⁰C - 1.600⁰C. Pada suhu tersebut kebanyakan logam ataupun campurannya sudah dalam fase cair bahkan kadang-kadang dalam fase gas.

TUJUAN PENELITIAN

Tujuan penelitian ini untuk Mengetahuikandungan unsur yang terdapat pada ManganOksida di Desa Oepuah, Kecamatan Biboki Moenleu, Kabupaten Timor Tengah Utara

BATASAN MASALAH

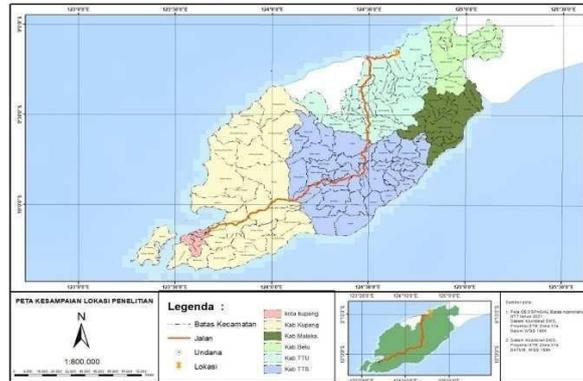
- Tidak membahas genesa Mangan
- Sampel bijih Mangan (Mn) yang digunakan diambil dari Desa Oepuah, Kecamatan Biboki Moenleu, Kabupaten Timor Tengah Utara
- Metode yang digunakan adalah metode penukaran ion
- Tidak membahas pembacaan XRF
- Tidak membahas cara kerja XRF

MANFAAT PENELITIAN

Mengetahui Cara Memurnikan Mangan serta penelitian ini dapat menjadi bahan masukan dan referensi untuk penelitian yang lebih lanjut.

LOKASI DAN KESAMPAIAN DAERAH PENELITIAN

Lokasi pengambilan sampel berada pada koordinat $9^{\circ}09'40.04''S$ dan $124^{\circ}38'32.04''E$ Desa Oepuah, Kecamatan Biboki Moenleu, Kabupaten Timor Tengah Utara, Provinsi Nusa Tenggara Timur



Gambar 1. Peta Kesampaian Lokasi Pengambilan Sampel (*Olahan Penulis 2021*)

Lokasi pengambilan sampel berjarak ± 254 km dari Universitas Nusa Cendana Kupang. Lokasi pengambilan sampel dapat ditempuh melalui jalur darat dengan waktu ± 6 jam

DASAR TEORI

Mangan

Mangan merupakan salah satu dari 12 unsur terbesar yang terkandung dalam kerak bumi. Bijih Mangan yang terkandung dalam kerak bumi diketahui ada 300 jenis. Namun yang sering dijumpai dalam cebakan bijih komersial ada 13 jenis diantaranya Hausmanit, Manganit, Bementit, Rodokrosit, Rodonit, Psilomelan, Pirolusit, Kriptomelan, Ramsdellit. Pirolusit dan Psilomelan merupakan mineral yang umum menjadi cebakan utama bijih mangan

Karakteristik Mangan

Mangan adalah logam berwarna putih keabu-abuan seperti besi dengan kilap metalik sampai sub metalik, memiliki tingkat kekerasan 2-6 skala mohs, massa jenis 7.21 g/cm^3 , massif, reniform, botrioidal, stalaktit, serta berstruktur fibrous dan radial. Bijih Mangan dan ion-ion biasanya mempunyai daya magnet yang kuat. Dalam keadaan sendiri, bijih mangan bersifat keras tapi rapuh.

Kegunaan Mangan

Mangan merupakan salah satu produk pertambangan dengan kegunaan luar biasa. Komoditi yang termasuk dalam kelompok dua belas mineral di kulit bumi menjadi bahan baku yang tidak tergantikan di industri baja dunia. Ferromangan dan Silico Mangan merupakan dua bentuk mangan yang banyak digunakan industri baja. Mangan juga digunakan untuk produksi baterai kering, keramik, gelas dan kimia.

Proses Pyrometallurgy

Pyrometallurgy adalah suatu proses ekstraksi metal dengan penggunaan energi panas/kalor. Suhu yang digunakan mulai dari 500°C – 2500°C (proses *Mond* untuk pemurnian nikel), hingga mencapai 2.000°C (proses pembuatan campuran baja). Yang umum dipakainya berkisar 500°C - 1.600°C . Pada suhutersebut kebanyakan logam ataupun campurannya sudah dalam fase cair bahkan kadang-kadang dalam fase gas.

Reaksi Termit

Reaksi termit merupakan salah satu reaksi kimia yang pada dasarnya dilakukan pembakaran logam yang jauh lebih cepat dari pada laju oksidasi yang biasa

Reaksi Penukaran Ion

Ion exchange adalah pertukaran ion- ion antara dua *electrolytes* atau antara elektrolit solusi dan kompleks. Dalam kebanyakan kasus adalah istilah yang digunakan untuk menunjukkan proses

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA
Kupang, 31 Maret 2022**

pemurnian, pemisahan, dan dekontaminasi dari *aqueous* dan ion yang berisi solusi yang kuat dibuat dari polimer atau *mineralic 'ion exchangers'*.

Pertukaran ion ini bertujuan untuk menghilangkan ion yang tidak diinginkan dari padatan dengan memindahkan ion-ion tersebut ke media padat yang disebut media penukaran ion.

Pertukaran ion bisa di gambarkan dengan kesetimbangan umum sebagai berikut :

- $B_1^+ + R^- B_2^+ \longrightarrow B_2^+ + R^- B_1^+$
- $A_1^+ + R^+ A_2^- \longrightarrow A_2^- + R^+ A_1^+$
- $A_1^+, B_1^+ =$ kation-kation dari 2 spesies berbeda
- $A_1^-, B_1^+ =$ anion-anion dari 2 spesies berbeda
- $R^-, R^+ =$ penukaran bahan- bahan dari kation dan anion

X-Ray Fluorescence (XRF)



(<http://dunia-wahyu.blogspot.com/2011/11x-ray-fluoesence-xrf.html?m=1>)

XRF merupakan alat yang digunakan untuk menganalisis komposisi kimia beserta konsentrasi unsure-unsur yang terkandung dalam suatu sampel dengan menggunakan metode spektrometri.

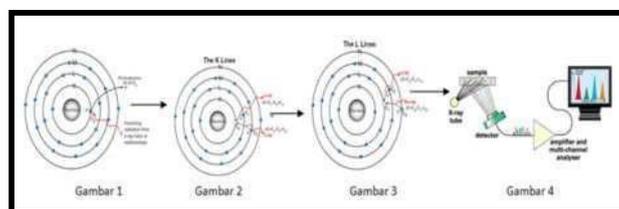
Jenis XRF

WDXRF	EDXRF
Lebih besar lebih kompleks. Menggunakan water chiller (pendingin Xray tube)	Lebih kecil, lebih sederhana. Tidak menggunakan water chiller
Analisa B (5) - U (92), lebih sensitive. Lebih akurat. Menggunakan vacuum pump	Analisa Na (11) - U (92) ,vacuum pump optional
Unggul pada analisa unsur ringan (B - Mg) dibandingkan EDXRF	Analisa unsur berat (K - U) hasil hampir sama dengan WDXRF
Menggunakan gas p10 (Argon - Methane). He (optional, untuk analisa cairan)	Menggunakan He (optional, untuk unsur ringan Na - Cl)

Gambar 3. Perbedaan Jenis XRF

(<http://dunia-wahyu.blogspot.com/2011/11x-ray-fluoesence-xrf.html?m=1>)

Prinsip Kerja XRF



Gambar 4. Prinsip Kerja XRF

(<http://dunia-wahyu.blogspot.com/2011/11x-ray-fluoesence-xrf.html?m=1>)

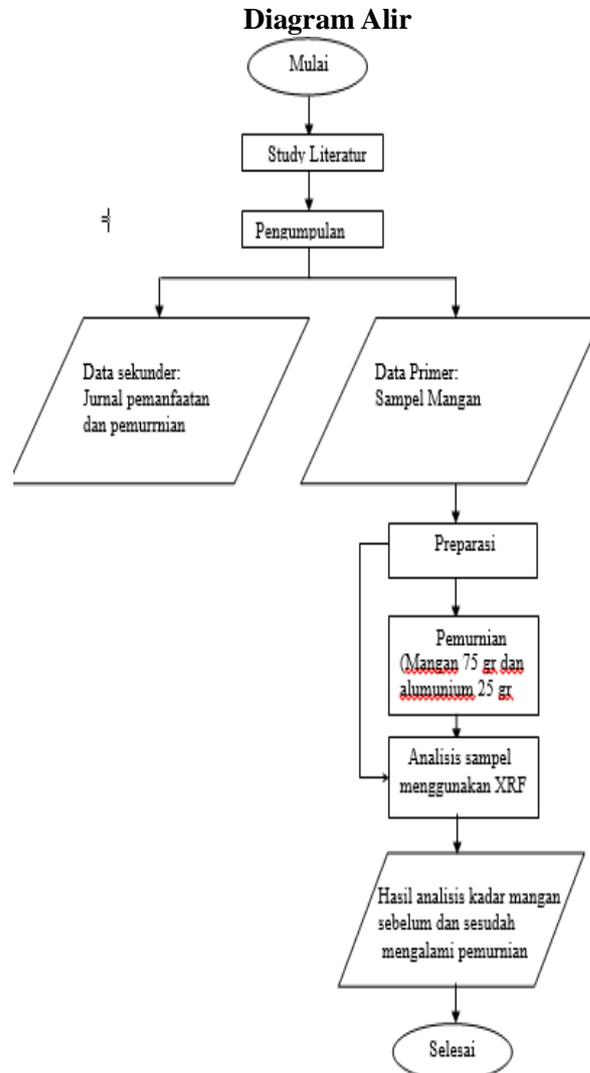
Elektron kulit K terpental keluar dari atom akibat dari sinar-X yang datang. Akibatnya, terjadi kekosongan\vakansi electron pada orbital (gambar 1)

- Elektron dari kulit L atau M “ turun” untuk mengisi vakansi tersebut disertai oleh emisi sinar-X yang khas dan meninggalkan vakansi lain dikulit L atau M. (gambar 2)

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA
Kupang, 31 Maret 2022**

- Vakansi terbentuk dikulit L, electron dikulit M atau N “turun” untuk mengisi vakansi tersebut sambil melepaskan sinar-X yang khas (gambar 3)
- spektrometri XRF memanfaatkan sinar- X yang dipancarkan oleh bahan yang selanjutnya ditangkap detector untuk dianalisis kandungan unsure dalam bahan.

METODOLOGI PENELITIAN



Gambar 5. Diagram Alir

HASIL DAN PEMBAHASAN

Batuan yang mengandung ManganOksida di Oepuah



**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA
Kupang, 31 Maret 2022**

Gambar 6. Batuan yang Mengandung Mangan Oksida (*Dokumentasi Penulis*)

Batuan yang mengandung mangan oksida diambil dari daerah Oepuah, Kabupaten TTU. Batuan yang memiliki warna dominan hitam. Batuan ini ditemukan pada formasi Tmb.

Pengujian Kandungan Unsur Batuan Yang Mengandung Mangan Oksida dengan Metode XRF Sebelum di Lakukan Pemurnian

Pada pemurnian mangan oksida untuk penelitian ini, batuan yang mengandung mangan oksida dihaluskan hingga berbentuk serbuk. Serbuk tersebut kemudian diayak dengan ayakan 200 mesh yang bertujuan untuk menyeragamkan ukuran butir. Setelah itu sampel batuan dilakukan analisa XRF.

Dari hasil pengujian XRF pada sampel sebelum Pemurnian maka diketahui terdapat senyawa yang terkandung dalam sampel yang dapat dilihat pada table berikut ini:

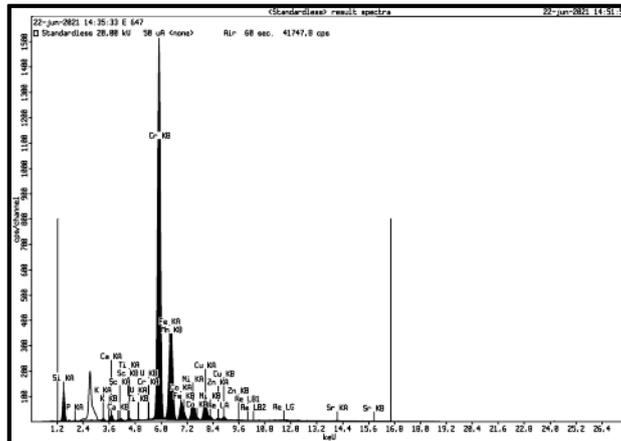
Tabel 1. Tabel Senyawa yang terkandung dalam Mn Berdasarkan hasil Pengujian XRF (*Hasil Pengujian Laboratorium*)

No	Unsur Senyawa	Kadar
1	SiO ₂	81,7%
2	P ₂ O ₅	0,49%
3	K ₂ O	0,22%
4	CaO	0,556%
5	Sc ₂ O ₃	0,005
6	TiO ₂	0,15%
7	V ₂ O ₅	0,1%
8	Cr ₂ O ₃	0,027%
9	MnO	2,6%
10	Fe ₂ O ₃	1,86%
11	Co ₃ O ₄	0,643%
12	NiO	0,812%
13	CuO	0,778%
14	ZnO	0,055%
15	SrO	0,10%
16	Re ₂ O ₇	0,05%

Dan dari hasil pengujian XRF sampel sebelum pengolahan terdapat unsure sebagaiberikut :

Tabel 2. hasil pengujian XRF sampel sebelum Pemurnian (*Hasil Pengujian Laboratorium*)

No	Kandungan Unsur	Kadar
1	Si	68,2%
2	P	0,41%
3	K	0,37%
4	Ca	0,790%
5	Sc	0,007%
6	Ti	0,19%
7	V	0,01%
8	Cr	0,040%
9	Mn	22,0%
10	Fe	3,02%
11	Co	1,22%
12	Ni	1,66%
13	Cu	1,63%
14	Zn	0,12%
15	Sr	0,24%
16	Re	0,1%



Gambar 7. grafik pengujian sampelsebelum dilakukan pemurnian

Berikut adalah grafik pengujian sampelsebelum dilakukan pemurnian dapat kita lihat bahwa unsur silica lebih dominan terhadap sampel mangan tersebut.

Hasil Pengujian XRF Setelah Termit danPenukaran Ion

Batuan yang mengandung Mangan Oksida yang sudah dihaluskan menjadi serbuk dan diayak dengan ayakan 200 mesh selanjutnya dilakukan *Termit* dengan menambahkan serbuk Alumunium dengan perbandingan Mn 75 gr dan alumunium 25 gr

Sampel yang telah diayak dengan ayakan 200 mesh kemudian dipanaskandengan dibantu oleh pita magnesium sebagai pemacu atau penghantar panas. Bijih mangan yang telah direduksi oleh alumunium akan terjadi pertukaran ion.

Reaksi yang terjadi antara bijih mangan oksida dan alumuniun pada proses termite adalah
 $Mn_2O_3 + Al + O_2 \longrightarrow Mn + Al_2O_3 + O_2$

Dari data hasil pengujian XRF sebelum dilakukan proses *termit* dan pertukaran ion kandungan mangan 22,0% , setelah dilakukan proses termit dan penukran ion kandungan Mn menjadi 66,44%. Hal ini menunjukkan kandungan mangan yang signifikan.

Senyawa yang terkandung dalam Mn. Berdasarkan hasil Pengujian XRF Setelah dilakukan Proses Termit

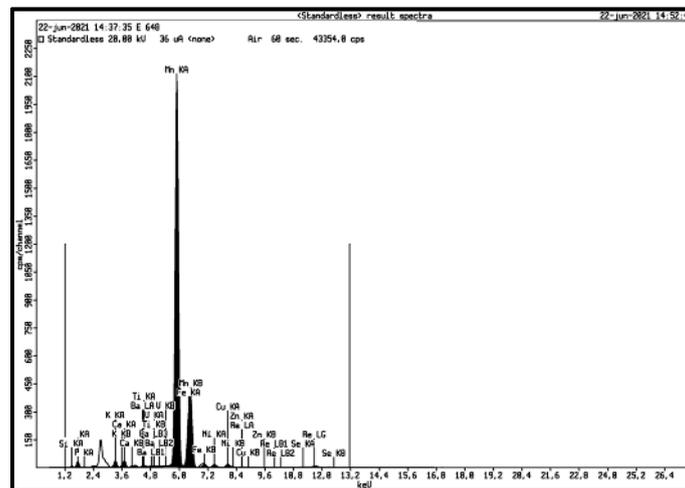
Tabel 3. hasil pengujian XRF sampel setekah proses termit
(Hasil Pengujian Laboratorium)

No	Unsur Senyawa	Kadar
1	SiO2	19,7%
2	P2O5	0,59%
3	K2O	1,70%
4	CaO	1,51%
5	TiO2	0,23%
6	V2O5	0,04%
7	MnO	67,95%
8	Fe2O3	5,99%
9	NiO	0,69%
10	CuO	0,72%
11	ZnO	0,07%
12	SeO2	0,21%
13	BaO	0,08%
14	Re2O7	0,2%

Tabel 5.4 hasil pengujian XRF sampel SetelahPemurnian *(Hasil Pengujian Laboratorium)*

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA
Kupang, 31 Maret 2022**

No	Unsur Senyawa	Kadar
1	Si	20,5%
2	P	0,34%
3	K	1,93%
4	Ca	1,49%
5	Ti	0,20%
6	V	0,04%
7	Mn	66,48%
8	Fe	6,51%
9	Ni	0,87%
10	Cu	0,93%
11	Zn	0,10%
12	Se	0,24%
13	Ba	0,10%
14	Re	0,3%



Gambar 8. Grafik Hasil Pengujian XRF Sampel Setelah Pemurnian
(Hasil Pengujian Laboratorium)

Berikut adalah tabel dan grafik sampel mangan setelah dilakukan pemurnian dan pengujian menggunakan Xr-F.

Dapat kita lihat pada tabel dan grafik diatas, menunjukkan bahwa setelah dilakukan proses pemurnian maka kandungan mangan lebih dominan dibandingkan dengan unsur senyawa dan zat pengotor yang terdapat pada sampel mangan tersebut.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa :

1. Kandungan senyawa dan Unsur Pengotor yang terdapat pada sampel bijih Mangan Oksida dari daerah Desa Oepuah, Kecamatan Biboki Moenleu, Kabupaten Timor Tengah Utara berdasarkan analisis XR
 - Kandungan senyawa meliputi Silicon Dioksida(SiO₂), Fosfor Pentaoksida (P₂O₅), Kalium Oksida (K₂O),Kalsium Oksida(CaO),Scandium Trioksida (Sc₂O₃), Titanium Dioksida (TiO₂), Vanadium Pentaoksida(V₂O₅), Kromium Trioksida(Cr₂O₃), Mangan Oksida (MnO), Feri (III) Dioksida (Fe₂O₃), Kobalt (II,III) Oksida (Co₃O₄), NikelOksida (NiO), Tembaga (II)Oksida (CuO) , Seng Oksida(ZnO), Stronsium Oksida(SrO),Rhenium (VII)Oksida (Re₂O₇)
 - Kandungan Unsur meliputi unsure Mangan (Mn),Silika (Si),Fosfor (P) , Kalium (K),Kalsium

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA
Kupang, 31 Maret 2022**

- (Ca), Scandium (Sc), Titanium (Ti), Vanadium (V), Kromium (Cr), Besi (Fe), Kobalt (Co), Nikel (Ni), Tembaga (Cu), Seng (Zn), Stronsium (Sr), Rhenium (Re)
2. Kadar bijih mangan (Mn) pada bijih mangan oksida sebelum dilakukan pemurnian dengan metode penukaranion adalah 22,0%.
 3. Kadar bijih mangan (Mn) pada bijih mangan oksida setelah dilakukan pemurnian dengan metode penukaranion dimana kadar mangan meningkat menjadi 66,48%

SARAN

Berdasarkan simpulan diatas makasaran yang data diberikan adalah:

Sebaiknya pada proses pemurnian atau peningkatan kadar mangan dengan thermite menggunakan proses penukaran ion khususnya setelah proses pembakaran pemisahan harus dilakukan secara manual atau (hand picking) untuk mencegah pembekuan hasil pembakaran yaitu sebelum dituang karena bercampur dengan aluminium oksida.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ansori, C., 2010, Potensi dan Genesis Mangan di Kawasan Kars Gombang Selatan Berdasarkan Penelitian Geologi Lapangan dan Analisis Data Induksi Polarisasi Dan Kimia Mineral. Makalah Ilmiah Buletin Sumber Daya Geologi Vol.5 No.2.
- [2] Kriswarini, Rosika, dkk., 2010, Validasi Metode XRF (X-Ray Fluorescenc) secara Tunggal dan Simultan untuk Analisis Unsur Mg, Mn, dan Fe dalam paduan Alumunium, Seminar Nasional VI SDM Teknologi Nuklir, Yogyakarta
- [3] Riyanto, Asril. 1994. Bahan Galian Industri Mangan, Bandung : Direktorat Jendral Pertambangan dan Energi Pusat Pengembangan Teknologi Mineral.
- [4] Syindjia, Zalika. 2011. Laju Reaksi. [http:// www.syidjia.com/2011/laju-reaksi.html](http://www.syidjia.com/2011/laju-reaksi.html). Diakses pada tanggal 20 Juli 2017 pukul 23.00
- [5] Parmonang, Ricky. 2012. “Laporan Kerja Praktik” Laporan Kerja Praktek Perhitungan Penurunan Kadar Fe Pada Proses Pemurnian Di Pabrik Peleburan Dan Pemurnian Unit Metalurgi PT. Timah (Persero) Tbk” Cilegon.
- [6] Dunia Wahyu. 2011. <http://dunia-wahyu.blogspot.com/2011/11/x-ray-fluoesence-xrf.html?m=1>
- [7] Madjadipoera, T., 1990, Bahan Galian Industri Indonesia, Direktorat Sumberdaya Mineral.
- [8] Muslimin., 2005, Sintesis Kopolimer (Anetol-DVB) Sulfonat sebagai Resin Penukar Kation, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.

PENDUGAAN POTENSI AIR TANAH MENGGUNAKAN GEOLISTRIK METODE KONFIGURASI SCHLUMBERGER DI KABUPATEN SUMBA BARAT PROVINSI NUSA TENGGARA TIMUR

Ika Fitri Krisnasiwi, S.Si., M.Sc

*Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana,
Jln. Adisucipto, Kota Kupang, 85001, Indonesia
E-mail: ikafitri_0102@yahoo.co.id*

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menduga satuan batuan yang mengandung akuifer di kabupaten Sumba Barat Propinsi Nusa Tenggara Timur dengan menggunakan alat geolistrik OYO Resistivity Meter MC OHM 2115 dan menggunakan metode konfigurasi Schlumberger. Pengukuran dilakukan sebanyak 12 titik pengukuran dengan panjang masing – masing lintasan adalah 150 m. daerah penelitian tersebar di Kabupaten Sumba Barat Propinsi Nusa Tenggara Timur. Pengolahan data hasil pengukuran dilakukan menggunakan software IP2WIN dilanjutkan menggunakan software Corel Draw X6. Hasil interpretasi dari 12 titik pengukuran menunjukkan terdapat 4 satuan batuan yaitu tahanan jenis $0 \leq 2$ Ohm m diinterpretasikan berupa lempung. Tahanan jenis $2,5 \leq 10$ Ohm m diinterpretasikan berupa napal. Tahanan jenis $10,5 \leq 20$ Ohm m diinterpretasikan berupa gamping napalan, sedangkan tahanan jenis $\geq 20,5$ Ohm m diinterpretasikan sebagai batugamping terumbu. Akuifer berada di satuan batugamping terumbu dengan tahanan jenis $20,5 \leq 100$ Ohm m yang diakhiri dengan lapisan kedap air (impermeable) seperti lempung atau semi impermeable seperti napal. Berdasarkan hasil interpretasi disimpulkan bahwa sepanjang daerah pengukuran terdapat akuifer dengan kedalaman yang bervariasi, namun yang dapat dioptimalkan dengan pemboran adalah pada titik 01, 03, 04, 06, dan 09. Lokasi yang memiliki akuifer paling tebal adalah titik 04 ($\pm 29,3$ m) dan 09 (± 38 m). Dengan adanya hasil pengukuran pendugaan aquifer maka dapat dilakukan pemboran dengan kedalaman yang telah ditentukan dengan melihat hasil interpretasi.

Kata Kunci : geolistrik, tahanan jenis, akuifer, Schlumberger, interpretasi

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Air merupakan salah satu kebutuhan pokok bagi makhluk hidup, baik bagi manusia, hewan dan tumbuhan. Tanpa adanya air ekosistem kehidupan di dunia akan terganggu. Air terbagi menjadi air permukaan dan air bawah tanah. Air tanah adalah air yang terperangkap dalam tanah yang berasal dari air hujan dan air permukaan. Pada suatu keadaan geologi, suatu daerah sama sekali tidak memiliki air permukaan tapi cukup memiliki cadangan air tanah.

Provinsi Nusa Tenggara Timur merupakan salah satu daerah semiringkai kepulauan / daerah lahan kering, salah satunya adalah Desa Malata Kabupaten Sumba Barat. Untuk itu saya sebagai mahasiswa Teknik Pertambangan Fakultas Sains dan Teknik Universitas Nusa Cendana melakukan penelitian untuk memetakan potensi air tanah di daerah penelitian. Hal ini selaras dengan visi Jurusan Teknik Pertambangan yaitu menjadi pusat unggulan dalam Tridharma universitas dalam kawasan semiringkai kepulauan.

Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas adapun rumusan masalah yang dibahas dalam penelitian ini adalah :

1. Apa saja batuan yang terdapat pada daerah penelitian?
2. Bagaimana hasil pengukuran geolistrik metode resistivitas konfigurasi *Schlumberger* di daerah penelitian?
3. Bagaimana potensi air tanah di daerah penelitian?
4. Adakah titik pengukuran geolistrik yang berpotensi ditindaklanjuti dengan pemboran?

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA
Kupang, 31 Maret 2022**

Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah:

1. Menganalisis satuan batuan Desa Malata Kecamatan Tana Righu Kabupaten Sumba Barat.
2. Menganalisis nilai tahanan jenis batuan di Desa Malata Kecamatan Tana Righu Kabupaten Sumba Barat.
3. Untuk menganalisis potensi persebaran air tanah di Desa Malata Kecamatan Tana Righu Kabupaten Sumba Barat.
4. Menganalisis titik pengukuran geolistrik yang berpotensi ditindaklanjuti dengan pemboran.

Batasan Masalah

Untuk mempermudah pembahasan maka diberikan batasan-batasan masalah sebagai berikut :

1. Interpretasi satuan batuan dan batasan satuan batuan dilakukan berdasarkan peta geologi regional skala 1:250.000 hasil pemetaan A. C. Effendi dan T. Apandi (1993)
2. Pemetaan geologi permukaan melalui pengamatan singkapan sepanjang sungai, sumur gali, bekas galian sumur gali, sumur bor, dan singkapan lainnya dipermukaan.
3. Metode geolistrik yang digunakan yaitu metode *Schlumberger* menggunakan alat ukur Mc OHM. 2115
4. Tidak membahas spesifikasi alat ukur Mc OHM. 2115
5. Pengolahan data dan permodelan hasil pengukuran geolistrik menggunakan *software* IPI2WIN dan Corel Draw X.6
6. Interpretasi jenis batuan dan potensi air tanah dilakukan berdasarkan hasil pemetaan singkapan dan nilai tahanan jenis.

Tempat dan Waktu Penelitian

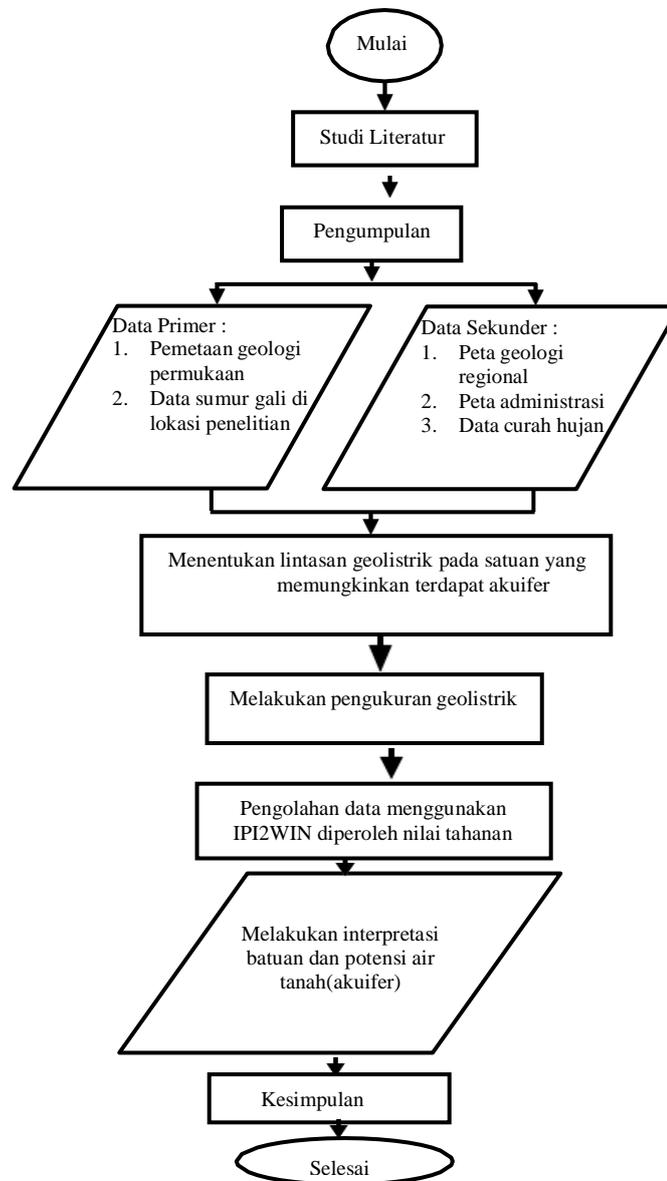
Tempat penelitian berada di Desa Malata Kecamatan Tana Righu Kabupaten Sumba Barat. Penelitian dilakukan secara langsung di lokasi penelitian sehingga data yang diperoleh merupakan data primer hasil pengukuran langsung di lokasi penelitian. Penelitian dilakukan selama 4 minggu terhitung dari tanggal 01 Maret 2019 – 01

Agustus 2021 Jadwal kegiatan peneliti dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Jadwal Kegiatan Penelitian

No	Jenis Kegiatan	Minggu ke-			
		1	2	3	4
1	Orientasi Lapangan				
2	Studi Literatur				
3	Pelaksanaan Kegiatan				
4	Pengambilan Data				
5	Analisa Data				

Bagan Alir Penelitian



TINJAUAN UMUM

Kebutuhan Air Bersih

Desa Malata Kecamatan Tana Righu Kabupaten Sumba Baat memiliki penduduk sebanyak ± 1547 jiwa dengan luas wilayah 17,96 km² (BPS, 2018). Ini tidak sebanding dengan ketersediaan sumber air yaitu 6 buah sumur gali dan 1 buah sumur bor.

Keadaan Geologi

Daerah penelitian berada pada satuan batuan formasi Waikabubak (Tmpw) yang terdiri dari satuan batuan batugamping terumbu, batugamping napalan, napal napalan, napal pasiran dan lempung. Akuifer berada di satuan batuan yang berporositas tinggi yaitu batugamping terumbu yang diakhiri dengan lapisan kedap air seperti napal.

LANDASAN TEORI

Geolistrik

Metode geolistrik atau yang dikenal dengan istilah pengukuran tahanan jenis merupakan metode geofisika yang dapat digunakan dalam penelitian hidrogeologi. Dasar dari metode geolistrik ini adalah dengan cara mengalirkan arus ke dalam bumi melalui elektroda arus dan mengukur

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA
Kupang, 31 Maret 2022**

potensialnya di permukaan bumi dengan menggunakan elektroda potensial. Metode ini dilakukan dengan menggunakan arus listrik searah yang diinjeksikan melalui dua buah elektroda arus ke dalam bumi, lalu mengamati potensial yang terbentuk melalui dua buah elektroda potensial yang berada di tempat lain (Telford dkk, 1990). Untuk mengetahui struktur bawah permukaan yang dalam, maka jarak masing-masing elektroda arus dan elektroda potensial ditambah secara bertahap. Semakin besar spasi elektroda, maka efek penembusan arus ke bawah makin dalam.

Hubungan antara nilai tahanan jenis batuan dengan beda potensial dan arus listrik yang diinjeksikan ke dalam tanah adalah sebagai berikut:

$$\rho a = \frac{dV}{I} \times K$$

ρa = Nilai tahanan jenis semu (ΩM)

dV = Tegangan yang dihasilkan dari hasil injeksi arus (V)

I = Arus yang diinjeksikan (A)

K = Faktor geometris yang tergantung kepada jarak bentangan ($AB/2$)

$$= \pi \frac{AB^2 - MN^2}{4MN}$$

Metode Konfigurasi Schlumberger

Penggunaan metode *Schlumberger* pertamakali dilakukan oleh Conrad Schlumberger pada tahun 1912. Kelebihan konfigurasi ini adalah kemampuan untuk mendeteksi non-homogenitas lapisan batuan pada permukaan dengan membandingkan nilai resistivitas semu ketika terjadi jarak elektroda potensial ($MN/2$) dan sangat cocok untuk pengukuran *sounding* yaitu penyelidikan resistivitas bawah permukaan ke arah vertikal, dilakukan dengan cara pada titik ukuran yang tetap, jarak elektroda arus dan tegangan diubah serta diantara keempat metode ini metode *Schlumberger* merupakan metode yang paling efisien dan mudah dilaksanakan di lapangan serta sangat cocok untuk alat ukur seperti yang digunakan pada penelitian ini yaitu Mc OHM. 2115 dengan akurasi tinggi dan bisa mendisplay tegangan minimal 2 digit di belakang koma.

Prinsip kerja metode Schlumberger yaitu mengalirkan arus listrik ke dalam tanah dengan frekuensi yang rendah (0.1 - 1.0 Hz) melalui sepasang elektroda A dan B, yang kemudian beda potensialnya diukur pada sepasang elektroda potensial M dan N yang simetris terhadap A dan B.

Daftar Nilai Tahanan Jenis

Berdasarkan penelitian yang pernah dilakukan oleh Telford dkk. pada tahun 1976. Lalu ada penelitian yang dilakukan oleh M. H. Loke pada tahun 2000 sehingga mengelompokkan tahanan jenis beberapa batuan ke dalam tabel berikut :

Tabel 2. Daftar Nilai Tahanan Jenis (*Ditjen Sumberdaya Air, 2003*)

Material	Resistivity (Ωm)
Clay (Lempung)	0.1 - 50
Marls (Napal)	2 - 50
Limestone (Gamping)	$20 - 4 \times 10^2$
Granite	$5 \times 10^3 - 10^4$
Quartz (Kusarsa)	$10^2 - 2 \times 10^6$
Sandstone (Batu Pasir)	8 - 100

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Data

a. Geologi Regional

Berdasarkan hasil kajian dari peta Geologi, disimpulkan bahwa daerah penelitian berada pada dua formasi batuan yaitu formasi Waikabubak (Tmpw) dan Formasi Kaliangga (Qpk). Berdasarkan

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA**

Kupang, 31 Maret 2022

peta geologi regional dikaitkan dengan kemungkinan adanya akuifer yaitu bila ditinjau dari sisi batuan yang terdapat di daerah Desa Malata, seperti batugamping, batugamping terumbu, batugamping napalan, merupakan batuan yang memiliki porositas yang cukup tinggi sehingga dapat berfungsi dengan baik sebagai tempat meresapnya air tanah karena bersifat *permeable* dan memiliki porositas tinggi menyebabkan sangat berpeluang untuk ditemukannya akuifer di sepanjang wilayah penelitian. Juga diduga lapisan batuan *permeable* ini juga diakhiri dengan lapisan *impermeable* seperti napal dan lempung.

b. Interpretasi Satuan Batuan

Batugamping terumbu pada umumnya memiliki nilai resistivitas yang lebih besar dari batugamping biasa. Pada sepanjang daerah penelitian sering dijumpai sisipan napal, gamping napalan dan napal di dalam satuan batugamping. Hasil interpretasi dari satuan batuan ini makin memperkuat dugaan keberadaan akuifer yang telah dilakukan dalam interpretasi peta geologi regional. Keberadaan akuifer biasanya berada di dalam batuan yang berporositas tinggi dalam hal ini batugamping/ batugamping terumbu yang kemudian diakhiri dengan lapisan yang *impermeable* (kedap air) atau semi-*impermeable*.

Hasil Interpretasi Nilai Resistivitas

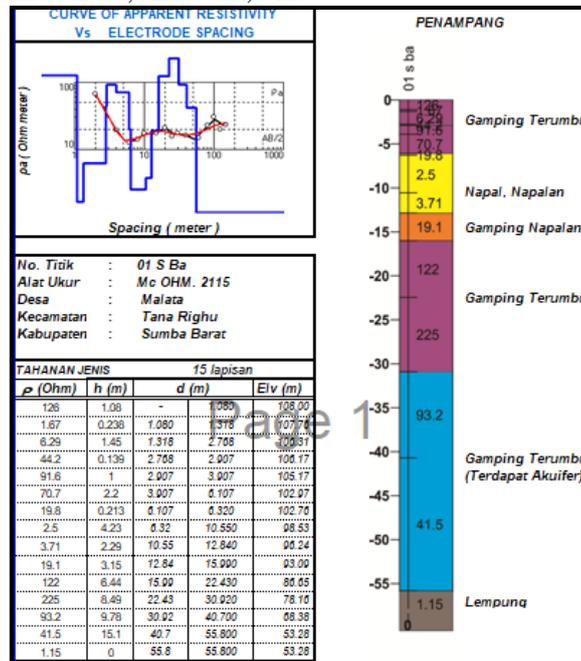
Pada daerah penelitian, tahanan jenis yang diduga mengandung akuifer yaitu pada tahanan jenis yang berkisar antara 20 - 500 ohm m, dan batuananya berupa batugamping terumbu. Akuifer pada daerah penelitian diinterpretasikan berada pada lapisan batugamping terumbu yang langsung diakhiri dengan lapisan *impermeable* seperti lempung dan napal. Tahanan jenis pada daerah penelitian diklasifikasikan ke dalam beberapa jenis batuan yaitu :

1. Nilai tahanan jenis $0 \leq 2$ Ohm m dikelompokkan sebagai satuan batuan lempung.
2. Nilai tahanan jenis $2,5 \leq 10$ Ohm m dikelompokkan sebagai satuan batuan napal, napalan.
3. Nilai tahanan jenis $10,5 \leq 20$ Ohm m dikelompokkan sebagai satuan batuan gamping napalan.
4. Nilai tahanan jenis $20,5 \leq 500$ Ohm m dikelompokkan sebagai satuan batuan batu gamping terumbu.

Interpretasi Akuifer

1. Titik 01

Akuifer terdapat pada kedalaman $\pm 30,92\text{m} - 55,8$ m.



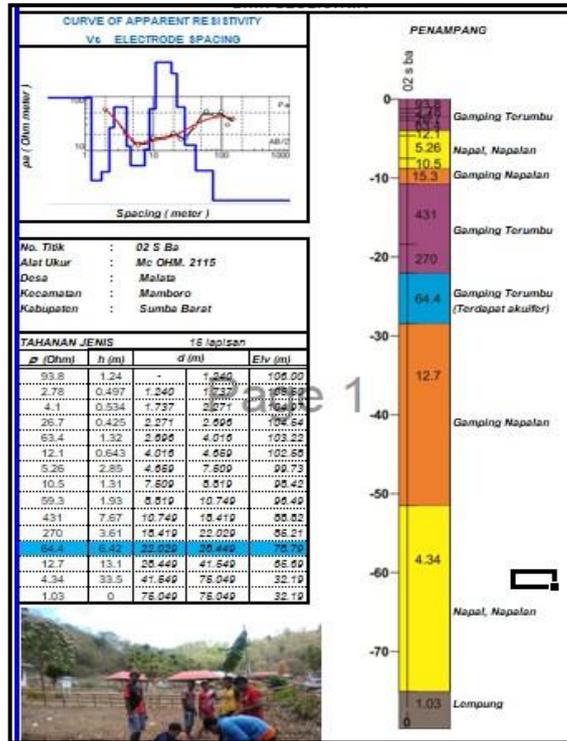
(Sumber : Penulis, 2021)

2. Titik 02

Akuifer berada di kedalaman ± 22 m $-28,5$ m

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA**

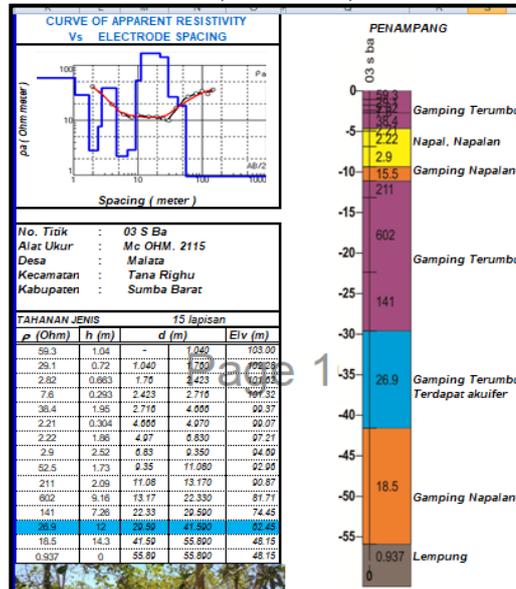
Kupang, 31 Maret 2022



(Sumber : Penulis, 2021)

3. Titik 03

Akuifer berada di kedalaman ± 29,59 m – 41,59 m



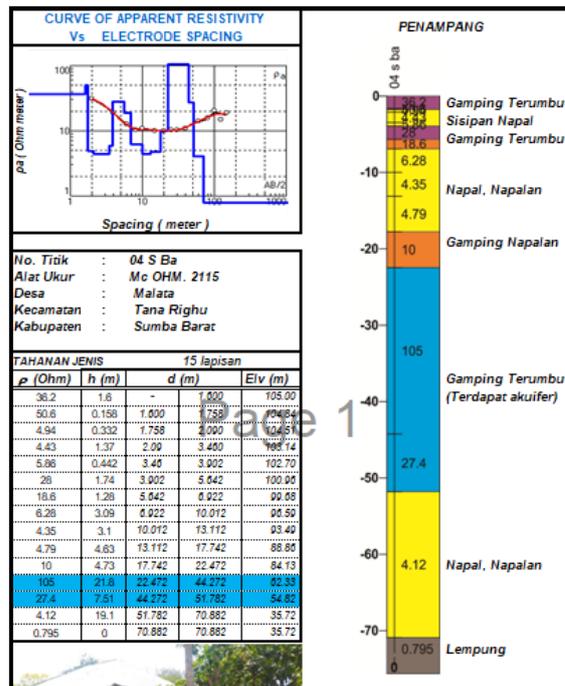
(Sumber : Penulis, 2021)

4. Titik 04

Akuifer berada di kedalaman ± 22,47 m – 51,78 m.

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA**

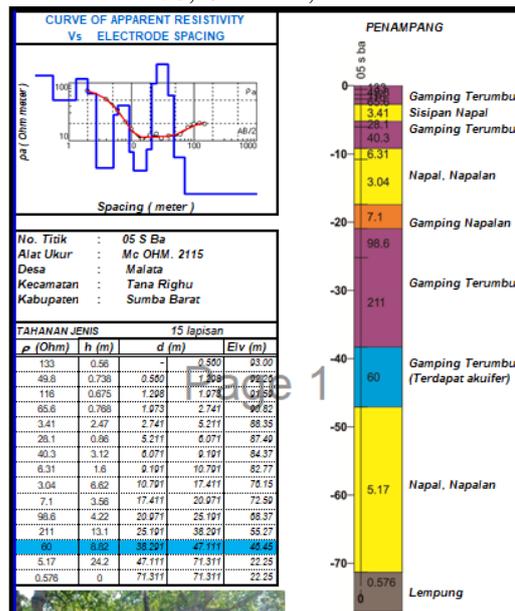
Kupang, 31 Maret 2022



(Sumber : Penulis, 2021)

5. Titik 05

Akuifer berada di kedalaman ± 38,29 m –47,11 m



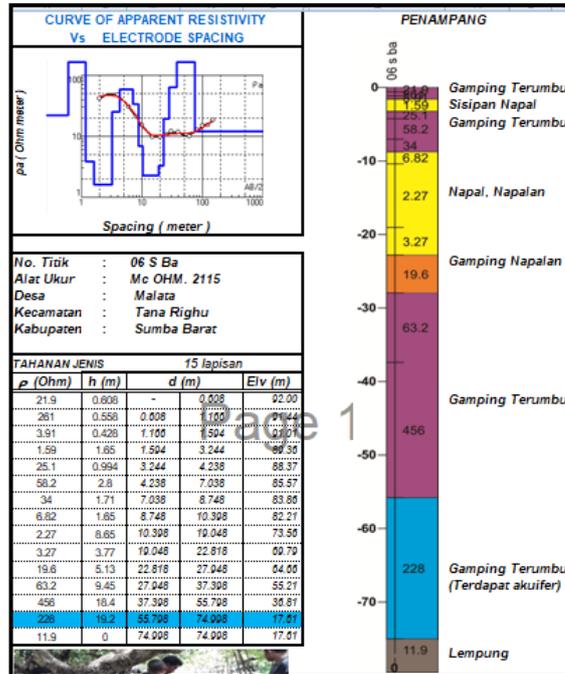
(Sumber : Penulis, 2021)

6. Titik 06

Akuifer berada di kedalaman ± 55,79 m –74,99 m.

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA**

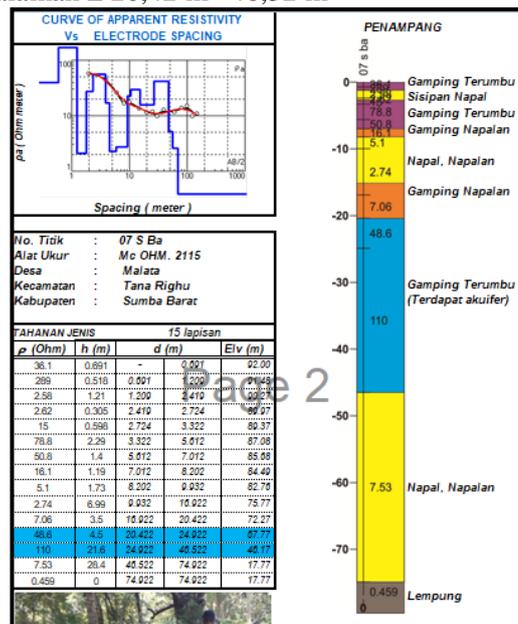
Kupang, 31 Maret 2022



(Sumber : Penulis, 2021)

7. Titik 07

Akuifer berada di kedalaman ± 20,42 m –46,52 m



(Sumber : Penulis, 2021)

PENUTUP

Kesimpulan

- Berdasarkan hasil interpretasi peta geologi regional dan pengamatan di lapangan, satuan batuan yang terdapat di daerah penelitian adalah satuan batugamping terumbu, batu gamping napalan, napal napalan, dan lempung.
- Berdasarkan hasil pengukuran geolistrik di lapangan, peneliti menginterpretasikan nilai tahanan jenis pengukuran yaitu :
 - Nilai tahanan jenis $0 \leq 2$ Ohm m dikelompokkan sebagai satuan batuan lempung.
 - Nilai tahanan jenis $2,5 \leq 10$ Ohm m dikelompokkan sebagai satuan batuan napal napalan.
 - Nilai tahanan jenis $10,5 \leq 20$ Ohm m dikelompokkan sebagai satuan batuan gamping napalan.

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I
UNIVERSITAS NUSA CENDANA
Kupang, 31 Maret 2022**

- d. Nilai tahanan jenis $\geq 20,5$ Ohm m dikelompokkan sebagai satuan batuanbatugamping terumbu.
Berdasarkan hasil interpretasi potensi air tanah berdasarkan data sumur gali, sumurbor, dan juga hasil pengukuran geolistrik metode konfigurasi *Schlumberger* penulis menyimpulkan bahwa sepanjang daerah pengukuran geolistrik terdapat akuifer dengan ketebalan dan kedalaman yang bervariasi sehingga dapat ditindaklanjuti dengan dilakukannya pemboran.
3. Hasil interpretasi data pengukuran geolistrik menunjukkan bahwa di semua titik pengukuran mengandung akuifer dengan kedalaman yang bervariasi. Namun yang dapat ditindaklanjuti dengan pemboran yaitu pada titik 01, 03, 04, 06, 08, dan 09. Lokasi yang memiliki akuifer paling tebal adalah titik 04 ($\pm 29,3$ m) dan 09 (± 38 m). Sedangkan titik 02, 05, 07, 11 dan 12 dapat dioptimalkan dengan sumur gali karena akuifernya cukup dangkal.

Saran

1. Diharapkan penelitian ini ditindaklanjuti dengan kegiatan pemboran agar dapat mengoptimalkan potensi air tanah di daerah penelitian.
2. Penelitian selanjutnya dapat melakukan pengukuran geolistrik dengan konfigurasi yang berbeda agar didapat hasil yang lebih akurat

PUSTAKA

- [1] Alfisyahrin, Anhar. 2015. *Analisa Keterdapatan Air Tanah Dengan Metode Geolistrik Pada Daerah Aropoe Kabupaten Baru Provinsi Sulawesi Selatan*. Jurnal Teknik Geologi Volume I, (Juni 2015). Universitas Hassanudin. Makassar
- [2] Daulay, Umar Effendi, 2011. *Geophysical Resistivity Test*. Ditjen SDA Departemen Pekerjaan Umum
- [3] Ditjen Sumber Daya Air, 2003. *Pedoman Teknik Penyelidikan Air Tanah Dengan Metoda Geolistrik dalam Pengembangan Air Tanah*. Departemen Kimpraswil, Ditjen SDA, Dit Bina Teknik
- [4] Koebanu, Jofita. 2016. *Pemetaan Potensi Air Tanah Menggunakan Metode Wenner, di Desa Bena Kabupaten Timor Tengah Selatan*. Universitas Nusa Cendana. Kupang
- [5] Manrulu, Rahma, dkk. 2018. *Pendugaan Sebaran Air Tanah Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Wenner dan Schlumberger*. Jurnal Fisika Fakultas Sains, V Nomor 1, (Agustus 2018). Universitas Cokroaminoto. Palopo
- [6] Rosidi, H.M.D dkk. 1996. *Peta Geologi Lembar Kupang-Atambua, Timor*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi. Bandung
- [7] Telford, W.M, Geldart L.P., Sheriff, R.E., Keys, 1976, *Applied Geophysics*, Cambridge University Press, London, New York, Melbourne
- [8] Winarti. 2013. *Metode Geolistrik Untuk Mendeteksi Akuifer Air Tanah Di Daerah Silit Air (Studi Kasus di Kecamatan Takeran Kabupaten Magetan)*. Jurnal Teknik Geologi Volume V Nomor 1, (Mei 2013). STTNAS Yogyakarta
- [9] Pustaka Digital. <http://www.academia.edu/2016/05/pengukuran-geolistrik-konfigurasi-Schlumberger/>. Diambil tanggal 11 Mei 2019
- [10] Pustaka Digital. <http://www.geologinesia.com/2017/08/p-ndugaan-potensi-air-tanah-dengan-metode-geolistrik-konfigurasi-Schlumberger/>. Diambil tanggal 21 Mei 2019