



**SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN
DAN SAINS KIMIA 4 TAHUN 2021
(SNP-SK-4-2021)**

**“Inovasi Kimia dan Pembelajarannya di Era Persaingan Industri
untuk Mendukung Program Merdeka Belajar Kampus Merdeka”**

2021

**PROSIDING
JILID 4**



**Diterbitkan oleh:
PROGRAM STUDI PENDIDIKAN KIMIA
FKIP-UNDANA
2021**

ISSN 2460-027X

**Hak Cipta Dilindungi oleh Undang-Undang
copyright©2021**



SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN DAN SAINS KIMIA 4 TAHUN 2021 (SNP-SK-4-2021)

**"Inovasi Kimia dan Pembelajarannya di Era Persaingan Industri untuk
Mendukung Program Merdeka Belajar Kampus Merdeka"**

PROSIDING

Editor:

Dr. Yantus A.B. Neolaka, S.Pd., M.Si
Johnson N. Naat, S.Pd., M.Si
Yosep Lawa, S.Pd., M.Biotech
Heru Christianto, S.Pd., M.Pd
Dewi Lestarani, S.Pd., M.Pd
Arvinda C. Lalang, S.Pd., M.Pd

ISSN 2460-027X

*Hak Cipta Dilindungi oleh Undang-Undang
copyright©2021*

**Diterbitkan oleh:
PROGRAM STUDI PENDIDIKAN KIMIA
FKIP-UNDANA
2021**

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Kuasa karena dengan limpahan rahmat dan berkat-Nya Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Nusa Cendana (UNDANA) dapat menyelenggarakan Seminar Nasional Pendidikan dan Sains Kimia 4 tahun 2021 dengan Tema ***“Inovasi Kimia dan Pembelajarannya di Era Persaingan Industri untuk Mendukung Program Merdeka Belajar Kampus Merdeka”*** pada tanggal 23 Oktober 2021 melalui zoom dan *live streaming Youtube* telah menyelesaikan prosiding berupa kumpulan *paper* hasil seminar.

Seminar Nasional ini diadakan bertepatan dalam rangka menyongsong hari Sumpah Pemuda ke- 93 dengan tujuan untuk meningkatkan profesionalisme peneliti, dosen dan guru sains kimia lewat penelitian-penelitian yang dilakukan baik penelitian pendidikan maupun penelitian ilmiah sehingga dapat mengembangkan keterampilan peneliti, dosen dan guru sains serta menyiapkan generasi-generasi yang unggul dalam bidangnya. Semoga hasil karya tulis yang terangkum dalam prosiding dapat membantu dalam memberikan inspirasi bagi peneliti, dosen dan guru-guru khususnya yang ada di Nusa Tenggara Timur dan dapat menjadi bahan kajian untuk mengembangkan pendidikan dan ilmu kimia demi kesejahteraan bangsa Indonesia di masa yang akan datang.

Pada kesempatan ini, kami sebagai panitia pelaksana mengucapkan terima kasih kepada, pertama: Pembicara utama dalam Seminar Nasional Pendidikan dan Sains Kimia 4 tahun 2021 yaitu Prof. Dr. Ramlan Silaban, M.Si dari Universitas Negeri Medan dan Dr. Indra Purnama, M.Sc dari Universitas Lancang Kuning Pekanbaru. Kedua: Dalam Seminar Nasional ini juga terdapat makalah Pendamping yang berasal dari Universitas Sebelas Maret, Universitas Jambi, Universitas Malikussaleh, Universitas Musamus Merauke, Universitas Kristen Indonesia, Universitas Negeri Gorontalo Politeknik ATK Yogyakarta, Al-Kamal Institute of Science and Technology, Universitas Indraprasta PGRI Jakarta, Politeknik Medica Farma Husada Mataram, FKIP Universitas Nusa Cendana, dan guru-guru yang ada di Nusa Tenggara Timur.

Seminar Nasional ini dapat terselenggara dengan baik karena atas kerja sama dari berbagai pihak dan kerja keras para Panitia penyelenggara. Akhir kata, kami mengucapkan terima kasih kepada Rektor Undana, Dekan FKIP, Panitia Seminar, Peserta Seminar, dan semua pihak yang telah turut membantu pelaksanaan kegiatan ini. Semoga Prosiding dapat menjadi sumbangan yang berarti dalam pengembangan

dan peningkatan profesionalisme peneliti, dosen dan guru sains kimia serta generasi-generasi berikutnya.

Kupang, 23 Oktober 2021

Panitia Seminar

SUSUNAN PANITIA SEMINAR

| | | |
|-----------------------------|---|--|
| Pelindung | : | Rektor Universitas Nusa Cendana |
| Penasehat | : | Wakil Rektor Bidang Akademik Universitas Nusa Cendana |
| Pengarah/Penangjawab | : | Dr. Malkisedek Taneo, M.Si (Dekan) 1. Dr. Moses Kopong Tokan, M.Si (Wadek 1) 2. Daniel Lay Moy, S.Pd., M.Eng (Wadek 2) 3. Dr. Yantus, A.B Neolaka, S.Pd., M.Si. (Kepro. Pend. Kimia) |
| Ketua | : | Heru Christianto, S.Pd., M.Pd |
| Sekretaris | : | Lolita A.M. Parera, S.Si., M.Pkim |
| Bendahara | : | Dewi Lestarani, S.Pd., M.Pd |
| Seksi Prosiding/Jurnal | : | 1. Johnson N Naat, S.Pd., M.Si 2. Sudirman, S.Pd., M.Pd. |
| Seksi Reviewer | : | 1. Dr. Jasman, S.Pd., M.Si 2. Dr. I Gusti M.N. Budiana, S.Si., M.Si 3. Kasimir Sarifudin, S.Si., M.Si |
| Seksi Kesekretariatan | : | 1. Yosep Lawa, S.Pd., M.Biotech 2. Ni Wayan O.A.C. Dewi, S.Pd., M.Si 3. Jacky Anggara Nenohai, S.Pd |
| Seksi Acara/MC | : | 1. Arvinda C. Lalang, S.Pd., M.Pd 2. Redemptus D. Pareto 3. Maria Bandung |
| Seksi Dokumentasi/Tarian | : | 1. Eka Citra G. Kerihi, S.Si., M.Pd 2. Gilbert Sunarko 3. Aditya Dwipatria De Gatas |
| Seksi Perlengkapan | : | 1. Heovinus Padji, S.Si 2. Gilbert F. Ngasu 3. Sergius Melo |
| Moderator Pemakalah Paralel | : | 1. Raymundus Rianghepat |
| Co Host Kelas Paralel | : | 1. Vans Metboki 2. Yuleks Juru Mudi |

**INFORMASI DAN JADWAL SEMINAR NASIONAL
PENDIDIKAN DAN SAINS KIMIA 4 TAHUN 2021**

Tema : Inovasi Kimia dan Pembelajarannya di Era Persaingan Industri untuk Mendukung Program Merdeka Belajar Kampus Merdeka

Waktu Pelaksanaan : 23 Oktober 2021

Panitia Pelaksana : Program Studi Pendidikan Kimia, FKIP-Undana

Metode Kegiatan : Melalui daring menggunakan platform zoom dan youtube

Sekretariat : Program studi Pendidikan Kimia, FKIP Undana, Jl. Adisucipto, Penfui, Kupang

| NO | WAKTU | | AGENDA | PENGISI ACARA |
|------------------|------------------|-----------|--|--|
| | JAM | DURASI | | |
| PEMBUKAAN | | | | |
| 1. | 08.30-09.00 WITA | 30 Menit | Registrasi | |
| 2. | 09.00-09.30 WITA | 30 Menit | Penampilan tarian daerah | |
| | | | Pembukaan oleh Mc Doa Lagu Indonesia Raya Musik/Ikrar Sumpah Pemuda Sambutan- sambutan a. Sambutan oleh ketua panitia (Heru Christianto, S.Pd.,M.Pd) b. Sambutan oleh Ketua Program Studi (Dr. Yantus A.B. Neolaka, S.Pd.,M.Si) c. Sambutan oleh Dekan FKIP Undana (Dr. Melkisedek Taneo, M.Si) | MC: Raimundus RH Karolina Bandung Host: Jacky A. Nenohai, S.Pd Co-Host: Fans Metboki Asterius Tuan Ati Ayu Windy Malisa Menno Gilbertus Sunarko Doa: Gilbertus Ngasu |
| | 09.30-09.35 WITA | 5 menit | Fast Break | |
| INTI | | | | |
| 3. | 09.35-11.05 WITA | 90 menit | Pembicara KeyNote Speaker I (Prof. Dr. Ramlan Silaban, M.Si) | Moderator: Sudiman, S.Pd., M.Pd |
| | 11.05-11.35 WITA | 30 menit | Tanya Jawab | |
| | 11.35-13.05 WITA | 90 menit | Pembicara KeyNote Speaker II (Dr. Indra Purnama, M.Sc) | Moderator: Ni Wayan O.A.C, S.Pd., M.Si |
| | 13.05-13.35 WITA | 30 menit | Tanya Jawab | |
| | 13.35-14.35 WITA | 60 menit | ISHOMA | |
| | 14.35-16.35 WITA | 120 menit | Parallel Session Pendidikan Kimia, Fisika, Biologi, IPA (Kelas A) (Invited Speaker: Arvinda C. Lalang, S.Pd., M.Pd, "Pentingnya Keterampilan Metakognitif terhadap | Moderator 1 : Redemptus Deverento Pereto Moderator 2: Frans Decky Metboki Moderator 3 : Anna Maria Siba Geme |

| | | | |
|--|--|---|---|
| | | <p><i>Kemandirian Belajar dan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik selama Masa Pandemi Covid-19</i></p> <p>Pemakalah:</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Wahyu Tulus Setyantini (Universitas Sebelas Maret) "Studi Kepustakaan Mengenai Inovasi Pembelajaran Fisika Menggunakan Model Pembelajaran POE₂WE di Era Revolusi Industri" b. Sirry Alvina, S.Pd., M.Pd. (Universitas Malikussaleh) "Pengembangan Modul Berbasis <i>Problem Based Learning</i> (PBL) pada Materi Hukum Dasar Kimia dan Stoikiometri" c. Lamtiar Ferawaty Siregar (Universitas Musamus Merauke) "Minat, Motivasi serta Kesulitan Siswa Kelas X IPA dalam Pembelajaran Daring atau Luring pada Sistem Periodik Unsur" d. Nilan Fia Monica (Universitas Jambi) "Mengembangkan Keterampilan Belajar Abad-21 pada Pembelajaran Fisika untuk Mendukung Program Kampus Merdeka" e. Rini Simamora (Universitas Jambi) "Penggunaan Teknologi sebagai Inovasi Media pada Pembelajaran Fisika di Era Persaingan Industri untuk Mendukung Program Kampus Mengajar" f. Ester Claudia Sitio (Universitas Jambi) "Pembelajaran Model <i>Experiential Learning Theory</i> untuk Mengimbangi Program Kampus Merdeka Terutama Program Magang Merdeka" <p>Pendidikan Kimia, Fisika, Biologi, IPA (Kelas B)</p> <p>Pemakalah:</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Nelius Harefa, S.Si., M.Pd (Universitas Kristen Indonesia) "Persepsi Mahasiswa terhadap Pemanfaatan <i>Microsoft Teams</i> sebagai <i>Platform</i> Pembelajaran | <p>Moderator 4 : Raimundus RH</p> <p>Moderator 5 : Krisanti Agustina Niga</p> <p>Co-Host 1: Veronica A.S. Emar</p> <p>Co-Host 2: Yesti K. Tafuli</p> <p>Co-Host 3: Secyilia E. Nahak</p> <p>Co-Host 4: Karolina N. Bandung</p> <p>Co-Host 5: Gilbertus F. Gasu</p> |
|--|--|---|---|

| | | | | |
|--|--|--|---|--|
| | | | <p>Kimia pada Masa Pandemi <i>Covid-19</i>”</p> <p>b. Alma J. Genes (Universitas Negeri Gorontalo) “Identifikasi Kesulitan Pemahaman Konsep Larutan Penyangga Siswa di Gorontalo”</p> <p>c. Mutiara Maulani (Universitas Jambi) “Inovasi Pengembangan Pembelajaran Fisika pada Era Revolusi 4.0 untuk Mendukung Program Kampus Merdeka Belajar di Indonesia”</p> <p>d. Sri Lestari (Universitas Jambi) “Pengembangan Pembelajaran Fisika Melalui Teknologi di Era Persaingan Industri untuk Mendukung Kampus Merdeka Belajar”</p> <p>e. Imanuel F. Wangsir (SMAN 1 Soe) “Meningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik pada Konsep Stoikiometri menggunakan Model Pembelajaran Problem Based Learning”</p> <p>f. Fransisca (Universitas Nusa Cendana) “Pengembangan Video Pembelajaran Berbasis Kinemaster pada Materi Larutan Elektrolit dan Nonelektrolit Terintegrasi Etnosains untuk Kelas X SMA/MA”</p> <p>Kimia Organik dan Biokimia (Invited Speaker: Yoseph Lawa, S.Pd., M.Biotech., “<i>Golongan Senyawa Metabolit Sekunder dari Ramuan Tradisional NTT dalam Sopi Pisang</i>”) Pemakalah:</p> <p>a. Dr. Jasman, S.Pd., M.Si (Universitas Nusa Cendana) “<i>Potensi Tongkol Jagung untuk Produksi Bioetanol di NTT</i>”</p> <p>b. Benyamin R. Widu (Universitas Nusa Cendana) “Identifikasi senyawa metabolit sekunder ramuan sopi tradisional daerah camplong dengan menggunakan metode fermentasi dan ekstraksi yang bersumber dari pisang kepok (<i>Musa paradisiaca L.</i>)”</p> | |
|--|--|--|---|--|

| | | | | |
|--|--|--|--|--|
| | | | <p>c. Mami Dwi Astuti (Politeknik ATK Yogyakarta) “Perbandingan produk plastik hdpe asli dan daur ulang yang dicetak dengan extrusion blow molding dilihat dari gugus fungsi dan karakteristik mekanis”</p> <p>d. Ferdinand Albert Limahelu (Universitas Nusa Cendana) “Optimasi Suhu, pH, dan Konsentrasi Inokulum pada Proses Ko-Fermentasi Batang Sorgum Manis (<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench) dengan Biakan <i>Saccharomyces cerevisiae</i>-<i>Trichoderma reesei</i>”</p> <p>Kimia Anorganik dan Kimia Fisika (Invited Speaker: Johnson N. Naat, S.Pd., M.Si) Pemakalah:</p> <p>a. Agnes Karmelinda (Universitas Nusa Cendana) “Penentuan Waktu Kontak Optimum dan Studi Kinetika Adsorpsi Histamin Menggunakan Adsorben Silika Termodifikasi Bovine Serum Albumin (SiO₂@BSA)”</p> <p>b. Antonius Umbu A. Rato (Universitas Nusa Cendana) “Penentuan Waktu Kontak Optimum dan Studi Kinetika Adsorpsi Histamin Menggunakan Adsorben Silika Termodifikasi Bovine Serum Albumin (SiO₂@BSA)”</p> <p>c. Alif Gita Arumsari, S.T., M.T (Al-Kamal Institute of Science and Technology) “Analysis of Roasting Process in Coffee”</p> <p>d. Dr. Nurdeni, M.Si (Universitas Indraprasta PGRI Jakarta) “Pengaruh Energi Termodinamika dan Momen Dipol terhadap Kestabilan KOMpleks Gadolinium dengan Ligan Turunan Dibutilditiokarbamat (DBDTK) menggunakan Regresi Berganda”</p> <p>e. Yulita A. Ndak (Universitas Nusa Cendana)</p> | |
|--|--|--|--|--|

| | | | | |
|--|------------------|---------|--|--------------------------------|
| | | | <p>“Pengaruh Komposisi SiO₂ pada Katalis CaO/SiO₂ terhadap Karakter Morfologi Permukaan, Ukuran Partikel dan Rendemen metil ester Reaksi Transesterifikasi Minyak Jarak”</p> <p>Kimia Analitik dan Kimia Lingkungan (Invited Speaker: Dr. Yantus A. B. Neolaka, S.Pd., M.Si / Arsel A. Pawu Riwu, “Review: Zeolite Alam Sebagai Material Penghantar Obat) Pemakalah: a. Roushandy Asri Fardani, S.Si., M.Pd (Politeknik Medica Farma Husada Mataram) “Potensi Penambahan Ekstrak Kubis Ungu (<i>Brassica oleraceae</i>) sebagai Antioksidan Alami pada Minyak Goreng Curah”</p> | |
| | | | PENUTUP | |
| | 16.35-16.40 WITA | 5 menit | Doa | Masing-masing Moderator |
| | 16.40-16.42 WITA | 2 menit | Dokumentasi | Masing-masing Moderator |
| | | | | |
| | | | | |

DAFTAR ISI

| | <i>halaman</i> |
|------------------------------|----------------|
| Halaman Utama | i |
| Kata Pengantar | ii |
| Susuna Panitia | iv |
| Informasi dan Jadwal Seminar | v |
| Daftar isi | x |

Judul Artikel dan Nama Penulis

| | |
|---|----|
| Inovasi Kimia dan Pembelajarannya di Era Persaingan Industri untuk Mendukung Merdeka Belajar dan Kampus Merdeka <i>Prof. Dr. Ramlan Silaban, M.Si</i> | 1 |
| Inovasi Pembelajaran Kimia dengan Metode <i>Problem Based Learning</i> <i>Dr. Indra Purnama, M.Sc</i> | 12 |
| Studi Kepustakaan Mengenai Inovasi Pembelajaran Fisika menggunakan Model Pembelajaran POE ₂ WE di Era Revolusi Industri <i>Wahyu Tulus Setyantini</i> | 21 |
| Pembelajaran Model <i>Experiental Learning Theory</i> untuk Mengimbangi Program Kampus Merdeka Terutama Program Magang Merdeka <i>Ester Claudia Sitio</i> | 29 |
| Pengembangan Modul Berbasis <i>Problem Based Learning</i> (PBL) pada Materi Hukum Dasar Kimia dan Stoikiometri <i>Sirry Alvina, Mellyzar, Siti Asnina Julianti Br. Hutagaol</i> | 36 |
| Inovasi Pengembangan Pembelajaran Fisika pada Era Revolusi 4.0 untuk Mendukung Program Kampus Merdeka Belajar di Indonesia <i>Mutiara Maulani, Maison, Dwi Agus Kurniawan</i> | 45 |
| Mengembangkan Keterampilan Belajar Abad-21 pada Pembelajaran Fisika untuk Mendukung Program Kampus Merdeka <i>Nilan Fia Monica</i> | 49 |
| Penggunaan Teknologi sebagai Inovasi Media pada Pembelajaran Fisika di Era Persaingan Industri untuk Mendukung Kampus Mengajar <i>Rini Simamora</i> | 54 |
| Pengembangan Pembelajaran Fisika Melalui Teknologi di Era Persaingan Industri untuk Mendukung Kampus Merdeka Belajar <i>Sri Lestari, Maison, Dwi Agus Kurniawan</i> | 60 |
| Minat, Motivasi, serta Kesulitan Siswa Kelas X IPA dalam Pembelajaran Daring atau Luring pada Sistem Periodik Unsur <i>Lamtiar Ferawaty Siregar, S.Pd., M.Pd</i> | 65 |
| Identifikasi Kesulitan Pemahaman Konsep Larutan Penyangga Siswa di Gorontalo <i>Alma J. Genes, Astin Lukum, Lukman A.R. Laliyo</i> | 73 |

| Artikel Sains Kimia | |
|--|----|
| Potensi Penambahan Ekstrak Kubis Ungu (<i>Brassica oleraceae</i>) sebagai Antioksidan Alami pada Minyak Goreng Curah Roushandy Asri Fardani, Maizun Sopian | 79 |
| Identifikasi Senyawa Metabolit Sekunder Ramuan Sopi Tradisional Daerah Camplong dengan Menggunakan Metode Fermentasi dan Ekstraksi yang Bersumber dari Pisang Kepok (<i>Musa paradisiaca L.</i>) Benyamin Widu, Yosep Lawa, S.Pd., M.Biotech., Lolita A.M. Parera, S.Si., M.Pkim | 83 |
| Perbandingan Produk Plastik HDPE Asli dan Daur Ulang yang Dicetak dengan <i>Extrusion Blow Molding</i> dilihat dari Gugus Fungsi dan Karakteristik Mekanis Mami Dwi Astuti, Muh.Wahyu Syabani | 89 |
| Estimasi Kuantitatif Variabilitas Komposisi Diet Nano Kalsium Fosfat untuk Tikus Osteoporosis dengan Analisis Regresi Berganda Dr. Nurdeni, M,Si | 99 |

Inovasi Kimia dan Pembelajarannya di Era Persaingan Industri Untuk mendukung Merdeka Belajar dan Kampus Merdeka

Ramlan Silaban
Guru Besar Tetap Universitas Negeri Medan
Asessor Ban PT dan Asessor LAMDIK

1. Pengantar : Sumpah Pemuda dan Kampus Merdeka

Pertama sekali marilah kita mengucapkan puji dan syukur kepada Tuhan atas terlaksananya Seminar Nasional Pendidikan Kimia Tahun 2021 di Universitas Nusa Cendana Kupang ini. Selamat kepada civitas academica Undana, karena kegiatan ini dilaksanakan sebagai apresiasi untuk merayakan Hari Sumpah Pemuda ke-93, Dirgahayu Sumpah Pemuda ke-93.

Bapak Ibu serta Hadirin yang berbahagia, mengenang kembali Ikrar Sumpah Pemuda yang tercetus pada Kongres Pemuda II yang diselenggarakan tanggal 27-28 Oktober 1928 di Batavia. Sumpah Pemuda : Bertanah air satu, Tanah Air Indonesia; berbangsa satu, Bangsa Indonesia, berbahasa satu, Bahasa Indonesia. Peringatan Hari Sumpah Pemuda setiap tanggal 28 Oktober ditetapkan melalui Keputusan Presiden Keppres Nomor 316 Tahun 1959 tentang Hari-hari Nasional Yang Bukan Hari Libur tertanggal 16 Desember 1959. Hari Sumpah Pemuda ke-93 tahun ini jatuh pada Kamis, tanggal 28 Oktober 2021.

Peringatan *Sumpah Pemuda ke-93 Tahun 2021* ini diarahkan pada pernyataan komitmen pemuda dan pemudi Indonesia untuk bersatu mengatasi pandemi Covid-19; mewujudkan ekonomi Indonesia tumbuh dengan semangat kewirausahaan pemuda dan pemudi, serta jiwa dan semangat kemudaan yang akan terus berkobar untuk Indonesia bangkit. Bangkitlah pemuda dan pemudi menjadi insan yang berkualitas dan berdaya saing. Dirgahayu Sumpah Pemuda ke-93.

Peningkatan kualitas manusia Indonesia, merupakan salahsatu dari 9 misi Nawacita Kedua yang akan dicapai pada periode 2020-2024, menuju Terwujudnya Indonesia maju yang berdaulat, mandiri, dan berkepribadian, berlandaskan gotong royong, sebagai visi Presiden RI. Manusia berkualitas sejalan dengan perwujudan visi dan misi Presiden tersebut, Kemendikbud sesuai dengan tugas dan kewenangannya, juga berkomitmen untuk menciptakan Pelajar Pancasila. Pelajar Pancasila adalah perwujudan pelajar Indonesia sebagai pelajar sepanjang hayat yang memiliki kompetensi global dan berperilaku sesuai dengan nilai-nilai Pancasila, dengan enam ciri utama: beriman, bertakwa kepada Tuhan YME dan berakhlak mulia, berkebinekaan global, bergotong royong, mandiri, bernalar kritis, dan kreatif.(Renstra Kemdikbud, 2020).

Untuk menjamin ketercapaian misi menuju masyarakat berkualitas, ditetapkan 7 tatanilai sebagai arah bagi sikap dan perilaku seluruh pegawai Kemendikbud dalam menjalankan tugasnya, yaitu integritas, kreatif dan inovatif, inisiatif, pembelajar, menjunjung meritokrasi, terlibat aktif, dan tanpa pamrih. Tidak dapat dipungkiri, bahwa globalisasi, era industri 4.0 dan kebijakan Merdeka Belajar dan Kampus Merdeka, menuntut akan meningkatnya persaingan di segala bidang.

Di sisi lain, kebijakan Merdeka Belajar oleh Kemdikbud diarahkan pada kategori: ekosistem pendidikan; guru; pedagogi; kurikulum; dan sistem penilaian. Implementasi dari Kebijakan Merdeka Belajar pada aras pendidikan tinggi adalah Kebijakan Kampus Merdeka. Kebijakan Kampus Merdeka diawali dengan empat butir kebijakan yaitu: pembukaan program studi baru; sistem akreditasi perguruan tinggi; perguruan tinggi negeri berbadan hukum; dan hak belajar tiga semester di luar program studi. Tiga kebijakan pertama terkait dengan tatakelola perguruan tinggi yang bermuara pada indikator kualitas merujuk 9 kriteria akreditasi, sedangkan kebijakan ke-empat terkait dengan semangat para mahasiswa (pemuda) untuk melaksanakan hak belajarnya di luar perguruan tinggi tempatnya bermukim.

Strategi yang dilakukan Kemendikbud dalam rangka penguatan proses pembelajaran adalah:

- (1). mendorong guru untuk mengubah strategi pembelajaran yang berlandaskan paradigma pengajaran (*teaching*) menjadi strategi pembelajaran kreatif berlandaskan paradigma pembelajaran (*learning*), berpusat pada peserta didik dan mendorong peserta didik untuk saling berinteraksi, berargumen, berdebat, dan berkolaborasi;
- (2), memanfaatkan Sekolah Penggerak untuk mendorong dan membina penguatan proses pembelajaran di sekolah-sekolah lain;
- (3), membina guru agar dapat menyiapkan rencana pembelajaran yang memperhatikan kebutuhan dan karakteristik masing-masing peserta didik (normal, remedial, dan pengayaan);
- (4), mengembangkan kurikulum di semua jenjang dan jalur pendidikan yang dapat didiversifikasi melalui adopsi, adaptasi atau disesuaikan oleh satuan pendidikan dan pemerintah daerah yang didasarkan atas kebutuhan, konteks dan karakteristik daerah;
- (5), melakukan program-program khusus kepada siswa-siswa yang memiliki kompetensi kurang atau di bawah standar minimum;
- (6), melakukan kerja sama dengan berbagai pihak, termasuk DU/DI, untuk melakukan penguatan dan pendampingan pada satuan pendidikan dalam pengembangan dan implementasi kurikulum di tingkat satuan pendidikan;
- (7), pengayaan dan perluasan moda pembelajaran di perguruan tinggi, melalui *experiential learning* di industri, magang di perusahaan/pemerintahan/lembaga internasional, masyarakat (membangun desa), kegiatan independen, atau aksi kemanusiaan, yang dapat diakui sebagai bagian dari Satuan Kredit Semester (SKS) program pendidikan; dan
- (8), pengkajian dan evaluasi dalam rangka pengembangan kurikulum secara berkelanjutan. (Renstra Kemdikbud, 2020).

2. Menilik Pendidikan di Provinsi NTT

Berdasar data Statistik Provinsi NTT Tahun 2021, Angka Partisipasi Murni (APM) Provinsi NTT untuk jenjang SD/MI meningkat dari 96,16 (2019) menjadi 96,44 (2020), SMP/MTS dari 69,19 (2019) menjadi 71,80 (2020), dan untuk SMA/MA dari 53,68 (2019) menjadi 60,09 (2020). Sementara itu, Angka Partisipasi Kasar (APK) nya, untuk SD/MI 14,95 (2019) menjadi 113,4 (2020); SMP/MTs dari 87,82 (2019) menjadi 89,85(2020), dan untuk SMA/MA dari 84,63 (2019) menjadi 84,70 (2020).

Adapun profil pendidikan yang berada di bawah naungan Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan (Kemdikbud) di NTT, periode tahun pelajaran 2019-2020 dalam hal jumlah unit sekolah negeri dan swasta, jumlah guru dan jumlah siswa dapat dilihat pada Tabel 1. Di samping itu, ada juga pendidikan yang bukan berada di bawah Kemdikbud, yaitu MI, MTs, MA yang berada di bawah Kementerian Agama.

Tabel 1. Profil Pendidikan yang dibawah Kemdikbud di NTT TP 2019-2020

| Aspek | TK | | SD sederajat | | SMP sederajat | | SMA sederajat | | SMK sederajat | |
|---------|--------|--------|--------------|---------|---------------|--------|---------------|--------|---------------|--------|
| | Negeri | Swasta | Negeri | Swasta | Negeri | Swasta | Negeri | Swasta | Negeri | Swasta |
| Sekolah | 229 | 1.130 | 3.348 | 1.810 | 1.320 | 421 | 350 | 200 | 145 | 147 |
| Guru | 1.009 | 3.821 | 34.424 | 17.840 | 22.985 | 5.962 | 10.655 | 4.446 | 5.024 | 2.790 |
| Siswa | 8.092 | 37.800 | 453.309 | 272.503 | 268.943 | 82.465 | 137.514 | 63.640 | 56.454 | 43.960 |
| | | | | | | | | | | |

Sumber, BPS NTT, 2021

Data pendidikan tersebut tersebar di 22 Kabupaten/Kota yang ada di NTT, yang bilamana diperhatikan secara detail, pola sebarannya tidak merata. Sementara itu, jumlah perguruan tinggi di NTT tahun 2020, negeri ada 4 unit dan swasta ada 55 unit. Jumlah mahasiswa negeri ada 40.583 orang dan swasta 29.327 orang. Tenaga Pendidik Negeri ada 1.554 orang, swasta 3.034 orang. Bila dibandingkan dengan Provinsi lain di Indonesia, keberadaan perguruan tinggi di NTT masih perlu mendapat perhatian. Jumlah yang disampaikan ini tentu menjadi tulang punggung dalam memberikan layanan pengembangan sumberdaya manusia di wilayah ini.

Data yang disampaikan dapat menggugah pemikiran dan pengumpulan bagi civitas FKIP Undana khususnya Program Studi Pendidikan Kimia, untuk pemosisian peran dalam lingkungan eskternalnya, baik lingkungan makro maupun lingkungan mikro.

3. Inovasi dan Skill di Era Persaingan Industri 4.0

Inovasi ialah semua hal baru yang berangkat dari ilmu pengetahuan, serta dapat memberikan manfaat dalam kehidupan manusia. Ilmu pengetahuan sangat dibutuhkan dalam pengembangan inovasi. Dalam UU No. 19 Tahun 2002 disebutkan bahwa **inovasi** ialah kegiatan penelitian, pengembangan, dan atau pun perekayasaan yang dilakukan dengan tujuan melakukan

pengembangan penerapan praktis nilai dan konteks ilmu pengetahuan yang baru, ataupun cara baru untuk menerapkan ilmu pengetahuan dan teknologi yang sudah ada ke dalam produk atau pun proses produksinya. Inovasi lahir dari hasil penelitian.

Teknologi tak serta merta hadir dengan sempurna begitu saja, melainkan melalui tahapan panjang tak sebentar. Sejarah dari perkembangan revolusi industri pertama hingga keempat menjadi bukti. Revolusi Industri 1.0 ditandai dengan perubahan proses produksi yang semula mengandalkan manual menjadi mekanis, sehingga aktivitas manusia dapat dikerjakan dengan lebih efektif dan efisien. Revolusi Industri 2.0, mulai ada dorongan produksi massal serta penetapan kualitas standar minimal (standardisasi). Revolusi industri 3.0, terjadi adaptasi massal diikuti proses produksi yang dikerjakan lebih fleksibel dan otomatis. Sementara itu, Revolusi Industri 4.0, lebih fokus mempromosikan penyebarluasan penggunaan komputerisasi pada seluruh lini guna meringankan pekerjaan manusia. Pembagian kerja antara manusia dan sistem komputer telah berubah sepanjang masa. Secara teknis, terjadi pergeseran dari teknologi otomatisasi yang nampaknya bertujuan ‘melarang intervensi manusia di hampir semua titik dalam sistem yang mendorong tugas-tugas penting. Akibatnya, sejumlah besar populasi manusia telah digantikan oleh teknologi. Lebih serius lagi, penggantian manusia dengan sistem teknologi memberi jalan pada “mode keterlibatan” baru dengan implikasi sosial, ekonomi, dan etika yang luar biasa. McKinsey Global Institute menyimpulkan hasil kajian risetnya terkait dampak besar dari perubahan industri 4.0.

Dunia perindustrian berbasis pemanfaatan otomatisasi mesin dan robotika terdampak paling luas karena berpengaruh pada sektor penyerapan tenaga kerja. Di lain sisi, akan diperoleh efek positif pada revolusi industri ini sebab otomatisasi dan digitalisasi turut meningkatkan produktivitas pekerjaan. McKinsey memprediksi perkembangan industri 4.0 akan menghilangkan sekitar 800 juta lapangan kerja yang ada. Guna menghadapi dinamisasi industri 4.0, Kementerian Perindustrian memiliki target ketercapaian visi nasional. Secara garis besar, poin visi tersebut antara lain: memosisikan Indonesia masuk 10 besar bidang ekonomi di tahun 2030; mengembalikan jumlah *net export* industri 10%; melakukan peningkatan produktivitas tenaga kerja mencapai dua kali lipat (bila dikomparasikan dengan biaya yang dikeluarkan untuk tenaga kerja); mengalokasikan 2% GDP untuk kegiatan riset dan pengembangan teknologi, kreativitas, dan inovasi.

Perusahaan yang cepat beradaptasi dan mengadopsi digitalisasi akan memenangi persaingan di era Revolusi Industri 4.0. Artinya, perusahaan yang cepat beradaptasi dan mengadopsi digitalisasi akan bertahan dan bersaing di era revolusi industri 4.0. kurangnya SDM bertalenta digital, sehingga terpaksa mengambil dari luar negeri. Talenta digital di Indonesia masih sangat kurang dibanding negara tetangga. Tercatat hanya ada 380 tenaga digital per satu

juta orang, sehingga tidak *match* dengan kebutuhan industri. Dedi mengajak hadirin mencari trobosan, selain pendidikan formal, untuk menutupi *gap* tersebut. Usia emas ada pada rentang antara 6-9 tahun, sehingga orang tua harus mengubah pola ketergantungan anak terhadap gadget. Dari semula konsumtif pada hiburan semata menjadi hal-hal produktif. “Memberikan gadget pada anak sebaiknya untuk melatih *logic*-nya jalan, bukan kebutuhan hiburan semata. Hal itu akan mengganggu psikologis anak tersebut,” (Kominfo, 2019)

Ada 10 kompetensi atau skill yang diharapkan di era persaingan industri/ revolusi industri 4.0,. Kompetensi tersebut sesungguhnya termasuk atau penajaman capaian pembelajaran yang ditetapkan dalam Kurikulum KKNI. Skill yang diharapkan di era RI 4.0 adalah (1). **Complex Problem Solving**, merupakan kemampuan penyelesaian masalah kompleks dengan dimulai dari melakukan identifikasi, menentukan elemen utama masalah, melihat berbagai kemungkinan sebagai solusi, melakukan aksi/tindakan untuk menyelesaikan masalah, serta mencari pelajaran untuk dipelajari dalam rangka penyelesaian masalah. (2). **Critical Thinking**, kemampuan berpikir kritis adalah kemampuan untuk berpikir masuk akal, kognitif dan membentuk strategi yang akan meningkatkan kemungkinan hasil yang diharapkan. Berpikir kritis juga bisa disebut berpikir dengan tujuan yang jelas, beralasan, dan berorientasi pada sasaran, (3). **Creativity**, kemampuan dan kemauan untuk terus berinovasi, menemukan sesuatu yang unik serta bermanfaat bagi masyarakat dan lingkungan. Creativity disini dapat juga diartikan mengembangkan sesuatu hal yang sudah ada sehingga dapat menjadi lebih baik, (4), **People Management**, kemampuan untuk mengatur, memimpin dan memanfaatkan sumber daya manusia secara tepat sasaran dan efektif. (5), **Coordinating with Others**, kemampuan untuk kerjasama tim ataupun bekerja dengan orang lain yang berasal dari luar tim, (6). **Emotional Intelligence**, kemampuan seseorang untuk mengatur, menilai, menerima, serta mengontrol emosi dirinya dan orang lain di sekitarnya, (7), **Judgment and Decision Making**, kemampuan untuk menarik kesimpulan atas situasi yang dihadapi serta kemampuan untuk mengambil keputusan dalam kondisi apapun, termasuk saat sedang berada di bawah tekanan, (8), **Service Orientation**, keinginan untuk membantu dan melayani orang lain sebaik mungkin untuk memenuhi kebutuhan mereka. Dengan memiliki service orientation, kita akan selalu berusaha memberikan yang terbaik pada pelanggan tanpa mengharapkan penghargaan semata.(9), **Negotiation**, kemampuan berbicara, bernegosiasi, dan meyakinkan orang dalam aspek pekerjaan. Tidak semua orang secara alamiah memiliki kemampuan untuk mengadakan kesepakatan yang berbuah hasil yang diharapkan, namun hal ini dapat dikuasai dengan banyak latihan dan pembiasaan diri., (10), **Cognitive Flexibility**, kemampuan untuk menyusun secara spontan suatu pengetahuan, dalam banyak cara, dalam memberi respon menyesuaikan diri untuk merubah tuntutan situasional.

4. Peran Guru di Era Persaingan Industri

Isu-isu strategis pendidikan dan pembelajaran dalam 3 tahun terakhir adalah terkait dengan sikap, karakter dan ketrampilan siswa sebagai dampak perubahan teknologi, kebijakan nasional merdeka belajar, dan pembelajaran daring akibat covid 19. Era merdeka belajar yang seharusnya para siswa sudah bebas mengambil dan menambah ilmu dan ketrampilannya dari luar sekolah seperti ke sekolah lain, instansi pemerintah maupun swasta, industri dan masyarakat, menjadi terkendala. Era digitalisasi dalam pendidikan juga menjadi isu strategis sebagai bagian yang tidak terpisahkan dari merdeka belajar dan kampus merdeka. Menarik untuk dicermati di kelas, bahwa para Guru dan dosen yang ada saat ini, tahun kelahirannya mayoritas sebelum tahun 1995-an, sementara yang dihadapi adalah siswa/mahasiswa generasi milenial. Generasi pembelajar di era abad 21 dan RI 4.0 ini disebut generasi milenial atau generasi Z, generasi digital, generasi I, Nex Generation, New Silent Generation, Homelander, generasi youtube, generasi net, dan sebagainya. Generasi tersebut tidak lagi sekedar ditentukan faktor ekonomi seperti kepemilikan handphone, namun lebih disebabkan perbedaan tingkat literasi lintas antara generasi guru dan generasi peserta didik. Shenila Janmohamed dalam buku *Generation M* menyebutkan bahwa generasi Z ini juga merupakan kalangan muda yang religius namun sekaligus modern. Generasi ini lebih banyak menghabiskan waktu berinteraksi dengan media genre baru seperti komputer, internet dan video games. Mereka jarang dijumpai mendengarkan siaran radio, memutar CD, memutar kaset video, dan menonton televisi. Interaksi dengan media generasi sebelumnya seperti televisi, media cetak, dan musik audio mulai berkurang intensitasnya.

Di sisi lain, wabah Covid 19 yang melanda belahan dunia, telah banyak mengubah tatanan kehidupan masyarakat termasuk dalam proses pembelajaran di sekolah. Pembelajaran daring menjadi solusi, tanpa mempertimbangkan siap-tidaknya sekolah atau kampus dalam hal fasilitas teknologi informasi berbasis komputer (TIK). Para guru dan dosen terpaksa (dipaksa) harus belajar digitalisasi dalam pembelajaran, dan ini memerlukan proses. Menyikapi hal tersebut, Guru harus berangkat dari pemahaman bahwa peserta didiknya bukan gelas kosong karena mereka telah memiliki aksesibilitas yang lebih baik terhadap sumber belajar digital/online. Guru diminta tidak berfokus kepada penyajian fakta dan konten, namun mengarah pengembangan keterampilan belajar peserta didik. Aktif memahami konteks berpikir peserta didik dan mengembangkan pertanyaan spesifik sebagai kunci dalam terbangunnya kemampuan berpikir tingkat tinggi melalui ; (a). Penyajian materi pelajaran secara mendalam dengan banyak contoh dan memberikan fondasi yang kuat akan pengetahuan faktual. (b). mengembangkan keterampilan metakognisi dan mengintegrasikan keterampilan metakognisi dalam kurikulum untuk beragam bidang studi. (c). selain memahami materi (content) juga menguasai beragam strategi pembelajaran yang memudahkan peserta didik belajar (PPG Kemdikbud, 2021).

5. Inovasi Pembelajaran Kimia dan penjaminan mutu di era Industri 4.0

Untuk memenuhi kebutuhan guru (kimia) yang mampu dan kompeten di era industri dan merdeka belajar, LPTK khususnya program studi pendidikan Kimia dituntut untuk melaksanakan kegiatan tridarma berbasis penjaminan mutu, baik internal maupun eksternal. Penjaminan mutu eksternal berorientasi daya saing nasional dan internasional oleh lembaga akreditasi seperti Ban PT dan lembaga akreditasi mandiri seperti LAMDIK. Universitas Nusa Cendana memiliki FKIP yang mengelola 19 program studi sarjana kependidikan salahsatunya Pendidikan Kimia..Melalui visi *Menjadi program studi yang unggul dalam pengembangan pembelajaran sains kimia untuk menghasilkan calon guru kimia yang berkarakter dan kompeten serta berorientasi global pada tahun 2025*, program studi Pendidikan Kimia diharapkan mampu melahirkan inovasi pembelajaran kimia yang adaptif di era persaingan industri.

Program Studi Pendidikan Kimia FKIP Universitas Nusa Cendana, memiliki tanggungjawab yang besar dalam menyiapkan Guru Kimia/IPA setidaknya untuk memenuhi kebutuhan di wilayah NTT dan sekitarnya. Melalui penajaman renstra penelitian, roadmap penelitian yang berorientasi pada inovasi pembelajaran kimia, tentu akan dihasilkan Luaran bermutu program studi ini (baik publikasi maupun calon guru) yang mengarah pada terwujudnya kompetensi yang diperlukan pada pembelajaran abad 21. Untuk itu, para dosen perlu dipetakan dan dikelompokkan menjadi beberapa kelompok riset yang dilengkapi dengan laboratorium riset sebagaimana ditetapkan pada kriteria 7 dokumen akreditasi APT Ban PT.

Memetakan sekaligus mengelompokkan dosen sesuai keahlian merupakan langkah awal yang perlu dilakukan. profesional (untuk riset-riset Kimia) dan atau keahlian pedagogi (riset-riset kependidikan) yang adaptif dengan kemampuan Guru (Kimia) di abad 21 ini. Merujuk kriteria 4, kriteria 7 dan kriteria 8, akreditasi program studi APS 4.0 dan APT 3.0, mutu program studi dapat dilihat dari produktivitas dosen dalam melaksanakan kegiatan penelitian dan PkM, baik yang di danai oleh mandiri/ perguruan tinggi, instansi di luar perguruan tinggi maupun internasional. Merujuk indikator mutu pembelajaran di kriteria 6 dan kriteria 7 dokumen akreditasi program studi APS 4.0 maupun dokumen akreditasi perguruan tinggi APT 3.0, adalah merupakan kewajiban dosen untuk mengintegrasikan hasil hasil penelitian dan PkM nya ke dalam pembelajaran yang ditetapkan melalui kebijakan universitas.

Inovasi pembelajaran kimia dapat dilakukan melalui penajaman roadmap dan payung penelitian berdasarkan kelompok riset dosen dengan melibatkan mahasiswa, seperti (1). Inovasi metode, model dan strategi belajar mengajar kimia, (2). Inovasi buku/bahan ajar kimia. Payung penelitian ini lebih nampak lagi jika dalam satu universitas terdapat program studi sejenis dengan jenjang pendidikan yang berbeda. Melalui inovasi pembelajaran kimia, akan dihasilkan luaran berupa publikasi artikel di jurnal, buku/bahan ajar ber-ISBN, artikel dalam prosiding, HaKI,

Paten dan sebagainya yang dapat diintegrasikan ke dalam pembelajaran di mata kuliah sebagaimana dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Beberapa contoh inovasi pembelajaran kimia berupa riset terpublikasi melibatkan mahasiswa yang telah diintegrasikan ke dalam pembelajaran (Buku, studi kasus, bahan ajar, dsb)

| | | | |
|----|--|---|--|
| 1 | The Development and implementation of innovative learning resource with guided projects for the teaching of Carboxylic acid topic | Indiana Journal of Pharmaceutical Educational Research, Vol 53, 4, 2019, pp 603. http://www.ijper.org | Jamalum Purba, Manihar Situmorang, Ramlan Silaban |
| 2 | Development of Modules Based on Guided Inquiry in Basic Chemical Law Material in High Schools | Talenta Conference Series: Science and Technology (ST); Vol 2, No. 1; 2019, ISSN 2654-7082; https://talentaconfseries.usu.ac.id | Intan Pratiwi, Ratu Evina, Ramlan Silaban, Retno D Suyanti |
| 3 | Penuntun praktikum berbasis guided inquiry terintegrasi pendidikan karakter untuk SMK | Talenta Conference Series: Science and Technology (ST); Vol 2 No 1, 2019; ISSN 2654-7082 https://talentaconfseries.usu.ac.id | Gaung Atmaja, Iis Siti Jahro, Ramlan Silaban |
| 4 | Developing Problem Based Learning Materials to Improve Student's Generic Skill in Organic Chemistry Reactions Subject. | Proceedings of The 5th Annual International Seminar on Trends in Science and Science Education ISBN 978-1-63190-195-9 https://eudl.eu/proceedings/AISTSSE/2018?articles_page=15 | Ratu Evina, Ramlan Silaban, Retno D Suyanti |
| 5 | Implementation of Problem Based-Learning (PBL) and Scientific Approach Using Card Media to Improve Student Learning Outcomes on Teaching Chemical Bonding | Jurnal Ilmu Pendidikan Indonesia, Vol 8, No 2, 2020; http://ejournal.uncen.ac.id/index.php/JIPI | Ramlan Silaban, Freddy TM Panggabean, Felia Mutiara Hutapea, Esrida Hutahaeaan, Irving Josafat Alexander |
| 6 | Implementation of an Innovative Learning Resource with Project to Facilitate Active Learning to Improve Students' Performance on Chemistry | Indiana Journal of Pharmaceutical Educational Research, Vol 54, 4, Dec 2020, pp 905-14. http://www.ijper.org | Jamalum Purba, Manihar Situmorang, Ramlan Silaban |
| 7 | Teacher candidate's generic science skills on organic chemistry reactions through problem-based learning model | Humanities & Social Sciences Reviews eISSN: 2395-6518, Vol 8, No 3, 2020, pp 745-754 https://doi.org/10.18510/hssr.2020.8380 | Ratu Evina Dibiyantini, Ramlan Silaban, Retno Dwi Suyanti |
| 8 | Development of Chemistry Practicum Guidelines with the Support of STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) Integrating Character Education | <i>Journal of Physic : Conference series</i> , vol 1907, tahun 2021 IOP Publishing Ltd https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1811/1/012058/meta | Mahniar Sinaga, Ramlan Silaban, Iis Siti Jahro |
| 9 | Pengembangan media pembelajaran kimia berbasis android pada materi Termokimia Kelas XI SMA | Jurnal Inovasi Pembelajaran Kimia, Vol. No 1, 2021. https://jurnal.unimed.ac.id/2012/index.php/jipk/article/view/23056 DOI: https://doi.org/10.24114/jipk.v3i1.2305 | Ain Donasari, Ramlan Silaban |
| 10 | Android-based learning media for Chemical Equilibrium materials | Jurnal Ilmu Pendidikan Indonesia, JIPI, Vol 9 No 3, 2021. http://ejournal.uncen.ac.id/index.php/JIPI/article/view/1558 DOI: https://doi.org/10.31957/jipi.v9i3.1799 | Ramlan Silaban, Freddy Panggabean, Melhyada Panggabean, Pelita Ananda Sianturi, Irving Josafat |

Inovasi pembelajaran kimia yang telah dilakukan juga terintegrasi dengan berbagai

metode/ model pembelajaran seperti : (a) Small Group Discussion : Berbagi pengetahuan dan pengalaman & kemampuan komunikasi. (b). Role-Play & Simulation : Belajar dengan bermain peran dan menirukan gerak / model / pola / prosedur; (c). Discovery Learning : Belajar melalui penelusuran, penelitian dan pembuktian/penemuan; (d). Self-Directed Learning : Belajar berdasarkan pengalamannya sendiri. (e). Cooperative Learning : Belajar dalam tim dengan tugas yang sama untuk mencapai tujuan bersama.(f). Collaborative Learning : Belajar dalam tim dengan tugas yang berbeda untuk mencapai tujuan bersama. (g). Contextual Learning : belajar dengan pengalaman langsung di alam sekitar. (h). Problem Based Learning & Inquiry : Belajar berdasarkan pada masalah dengan solusi “*open ended*”, melalui penelusuran dan penyelidikan/penelitian. (h). Project Based Learning : Belajar berdasarkan target dan perencanaan. (i). Pembelajaran STEAM:pembelajaran Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics : menerapkan pembelajaran berbasis Neurosains, pembelajaran digital dan ragam model pembelajaran *blended learning* dalam pembelajaran (PPG Kemdikbud, 2021).

6. Inovasi kimia di era Merdeka Belajar dan Kampus Merdeka

Pada Permendikbud Nomor 3 Tahun 2020 tentang Standar Nasional Pendidikan Tinggi Pasal 18 disebutkan bahwa pemenuhan masa dan beban belajar bagi mahasiswa program sarjana atau sarjana terapan dapat dilaksanakan melalui 1) mengikuti seluruh proses pembelajaran dalam program studi pada perguruan tinggi sesuai masa dan beban belajar; dan 2) mengikuti proses pembelajaran di dalam program studi untuk memenuhi sebagian masa dan beban belajar dan sisanya mengikuti proses pembelajaran di luar program studi. Kegiatan merdeka belajar ini bertujuan mendorong mahasiswa untuk menguasai berbagai keilmuan yang berguna untuk memasuki dunia kerja. Kampus Merdeka memberikan kesempatan bagi mahasiswa untuk memilih mata kuliah yang akan mereka ambil (Kemdikbud, 2020).

Ada 8 bentuk kegiatan belajar di luar perguruan tinggi, di antaranya melakukan magang/praktik kerja di Industri atau tempat kerja lainnya, melaksanakan proyek pengabdian kepada masyarakat di desa, mengajar di satuan pendidikan, mengikuti pertukaran mahasiswa, melakukan penelitian, melakukan kegiatan kewirausahaan, membuat studi/ proyek independen, dan mengikuti program kemanusiaan. Semua kegiatan tersebut harus dilaksanakan dengan bimbingan dari dosen.

Kegiatan riset dalam MBKM, dapat diwujudkan dalam bentuk kegiatan penelitian di Lembaga riset/pusat studi. Melalui kegiatan tersebut, mahasiswa dapat membangun cara berpikir kritis, sehingga mereka menjadi lebih mendalami, memahami, dan mampu melakukan metode riset secara lebih baik. Ada juga kalanya, Laboratorium/ Lembaga riset kekurangan asisten peneliti saat mengerjakan proyek riset yang berjangka pendek. Mahasiswa mendapatkan

kompetensi penelitian melalui pembimbingan langsung oleh peneliti di lembaga riset/pusat studi.

Terkait dengan kegiatan riset ini, Program Studi Kimia dan Program Studi Pendidikan Kimia tentu terlebih dahulu memetakan industri yang dapat menjadi mitra dan sesuai dengan keahlian dosen. Laboratorium dan atau lembaga riset umumnya mengarah pada riset kimia, namun dapat bermuara pada pendidikan atau pembelajaran kimia melalui integrasi hasil-hasil penelitian ke dalam pembelajaran.

Tabel 3. Beberapa contoh inovasi kimia berupa riset yang terpublikasi dan telah diintegrasikan ke dalam pembelajaran (Buku, studi kasus, bahan ajar, dsb)

| | | | |
|---|---|---|--|
| 1 | Effectiveness of Giving Banana Juice on blood pressure sugar levels and low density lipoprotein (LDL) in Elderly | Proceeding, Asian Congress of Nutrition and Metabolism 2019; Nourishing Asia; Annals of Nutrition and Metabolism, 75, 73-74 | Yulia Fitri, Suryana A Ahmad, Ramlan Silaban |
| 2 | Effect of red fruit oil on exercise endurance and oxidative stress in Rats | Advances in social science, education and humanities Research, Vol 362, Atlantis Press, 2019 | Fajar Apollo Sinaga, Pangondian Hotliber Purba, Rika Nailuvar Sinaga, Ramlan Silaban |
| 3 | Effect of Red Fruit (<i>Pandanus conoideus Lam</i>) Oil on exercise endurance and oxidative stress i Rat at maximal physical activity | Open acces Macedonian Journal of Medical Sciences, Vol 8 A, April 2020, p 164-169 http://id-press.eu/mjms/index | Fajar Apollo Sinaga, Pangondian Hotliber Purba, Rika Nailuvar Sinaga, Ramlan Silaban |
| 4 | Analysis of the quality of used cooking oil used in frying chicken | Indonesian Journal of Chemical Science and Technology, IJCST, Vol 4 No 1, 2019 https://jurnal.unimed.ac.id/2012/index.php/roematika/article/view/23091 DOI: https://doi.org/10.24114/ijcst.v4i1.23091 | Dian I Sinurat, Ramlan Silaban |

Di Universitas Negeri Medan, untuk semua program studi, ada 6 tugas yang diintegrasikan ke dalam pelaksanaan Kurikulum KKNI, yaitu Tugas Rutin, Critical Book Report, Critical Journal Report, Mini Research, Rekayasa Ide, dan, Proyek. Setiap mata kuliah wajib mengintegrasikan 6 Tugas KKNI yang tertuang dalam Rancangan Pembelajaran Semester (RPS) nya. Artinya, semua luaran penelitian dan PkM dosen Unimed maupun dari perguruan tinggi lain yang sesuai dengan silabus mata kuliah dan telah dipublikasi dalam jurnal, baik hasil riset kimia maupun kependidikan kimia wajib diintegrasikan ke dalam pembelajaran. Adanya kegiatan penelitian kimia dan pendidikan kimia dalam program MBKM, tentu akan menambah kompetensi mahasiswa (calon guru) dalam penelitian.

Saat ini, Jurusan Kimia di Universitas Negeri Medan memiliki atau mengasuh Program Studi Sarjana Pendidikan Kimia terakreditasi A, Program Studi Sarjana Kimia terakreditasi A, Program Studi Magister Pendidikan Kimia terakreditasi A dan Program Studi Doktor Pendidikan Kimia terakreditasi B. Dengan 52 orang dosen tetap di antaranya 6 orang Guru Besar dan lebih dari 50% Doktor, telah melaksanakan program MBKM dan inovasi kimia dan pembelajaran kimia serta sebagian besar telah diintegrasikan ke dalam pembelajaran. Terkait hal tersebut, tidak

menutup kemungkinan dilaksanakannya kerjasama tridarma dan penjaminan mutu antara Unimed dengan Undana khususnya dalam riset inovasi kimia dan pembelajarannya. Kerjasama dalam hal publikasi ilmiah juga dapat dilaksanakan, karena saat ini ada 3 jurnal yang dikelola berbasis Kimia dan Pendidikan Kimia di Jurusan Kimia FMIPA dan Pascasarjana Pendidikan Kimia Unimed.

7. Penutup

Dalam rangka menyiapkan mahasiswa calon guru kimia yang memiliki daya saing di era persaingan industri 4.0, merdeka belajar dan kampus merdeka, program studi dan UPPSnya perlu meningkatkan kegiatan inovasi kimia dan pembelajarannya melalui riset. Untuk meningkatkan kompetensi, mutu lulusan, dan kebutuhan pemenuhan kriteria akreditasi program studi maupun perguruan tinggi guna penjaminan mutu internal dan eksternal, mahasiswa perlu dilibatkan dalam kegiatan riset-riset inovatif. Dirgahayu Hari Sumpah Pemuda ke-93, Majalah Program Studi Pendidikan Kimia FKIP Universitas Nusa Cendana, Terima kasih

Referensi

1. Renstra Kemdikbud 2020-2024
2. Panduan Merdeka Belajar dan Kampus Merdeka Kemdikbud Tahun 2020
3. Panduan PPG Dalam Jabatan, Kemdikbud Tahun 2021.
4. Laman undana.ac.id
5. Laman Kominfo, 2019
6. Buku Pedoman Akademik Unimed Tahun 2020
7. Laman Jurnal dan Artikel terkait Kimia dan Pembelajaran Kimia dalam 3 tahun terakhir khususnya yang dituliskan dalam paper ini

WEBINAR NASIONAL PENDIDIKAN & SAINS KIMIA 2021

Inovasi Pembelajaran Kimia dengan Metode Problem-Based Learning

Dr. Indra Purnama, S.Pd., M.Sc

Universitas Nusa Cendana
Kupang, 23 Oktober 2021



Perkenalan



Dr. Indra Purnama, S.Pd., M.Sc

S1 Pendidikan Kimia, Universitas Riau
S2 Kimia Lingkungan, Universitas Gadjah Mada
S3 Applied Chemistry, Tokyo Metropolitan University
Koordinator MK Kimia Dasar Universitas Lancang Kuning



INDRA PURNAMA | INOVASI

Bahasan Hari Ini

GARIS BESAR TOPIK

Apa itu Problem-Based Learning? 

Bagaimana Problem-Based Learning dapat menjadi inovasi dalam pembelajaran Kimia? 

Bagaimana Problem-Based Learning menyiapkan SDM berdaya saing? 



INDRA PURNAMA | INOVASI

Kamu Generasi yang mana?

| GENERATION | GENERATION | GENERATION |
|--|--|---|
| X 1965 - 1980 Work Life Balance Text Message Loyal Personal Computer | Y 1981 - 1995 Freedom & Flexibility Online & Mobile Digital Entrepreneur Tablet & Smartphone | Z 1996 - 2012 Security & Stability Facetime Multitasking Nano Computing |

INDRA PURNAMA | INOVASI

Karakteristik Gen Z

Digital Natives
born after 1995

- express themselves with their own style
- tend to travel more
- demand 24h access
- born to swipe
- video messages > texting
- masters of social media

INDRA PURNAMA | INOVASI

Sifat Gen Z

McKinsey&Company

- 'Undefined ID'**
"Don't define yourself in only one way"
Expressing individual truth
- 'Communalistic'**
"Be radically inclusive"
Connecting through different truths
- 'Dialoguer'**
"Have fewer confrontations and more dialogue"
Understanding different truths
- Realistic**
"Live life pragmatically"
Unveiling the truth behind all things

INDRA PURNAMA | INOVASI

Permasalahan Bangsa



A word cloud containing terms such as 'pendidikan', 'kesehatan', 'infrastruktur', 'kemiskinan', 'permodalan', 'kesejahteraan', 'ekonomi', 'lapangan', 'masyarakat', 'gratis', 'kerja', 'petani', 'masalah', 'bertindak', 'pemerintah', 'pengangguran', 'pengembangan', 'produk', 'permodalan', 'pengukuran', 'ekonomi', 'lapangan', 'masyarakat', 'gratis', 'kerja', 'petani', 'masalah', 'bertindak', 'pemerintah', 'pengangguran', 'pengembangan', 'produk', 'permodalan', 'pengukuran'. Below the word cloud is a stylized icon of a human head profile with an open book inside, connected to a USB drive. The word 'LEARNING' is written in large letters, also connected to a USB drive.

INDRA PURNAMA | INOVASI

PBL menjadi solusi dalam meningkatkan skill peserta didik di era abad 21



DIMANA 4 C SKILLS TURUT DIASAH DALAM PBL, YAITU COMMUNICATION, COLLABORATION, CRITICAL THINKING, AND CREATIVITY

INDRA PURNAMA | INOVASI



Sebelum mulai

APA SIH PROBLEM-BASED LEARNING

Problem-Based Learning (PBL) is a teaching method in which complex real-world problems are used as the vehicle to promote student learning of concepts and principles as opposed to direct presentation of facts and concepts. In addition to course content, PBL can promote the development of critical thinking skills, problem-solving abilities, and communication skills. It can also provide opportunities for working in groups, finding and evaluating research materials, and life-long learning (Duch et al, 2001).

INDRA PURNAMA | INOVASI

KEUNGGULAN PBL

| | | | |
|---|--|--|---|
| <p>1</p> <p>MENYIMPAN INFORMASI LEBIH LAMA</p> <p>Menyimpan dan merecall kembali informasi yang telah diperoleh sebelumnya mungkin dilakukan</p> | <p>2</p> <p>JENIS INSTRUKSI BERAGAM</p> <p>Dapat menyesuaikan dengan gaya belajar peserta didik</p> | <p>3</p> <p>KETERLIBATAN BERKELANJUTAN</p> <p>Hal ini dikarenakan mahasiswa senang mengerjakan tugas dengan kolaborasi, sehingga menantang mereka untuk materi atau permasalahan baru</p> | <p>4</p> <p>KERJASAMA TIM DAN KETERAMPILAN INTERPERSONAL</p> <p>Siswa juga harus membangun keterampilan yang dapat ditransfer berdasarkan kerja tim dan kolaborasi</p> |
|---|--|--|---|

<https://www.prodigygame.com/main-en/blog/advantages-disadvantages-problem-based-learning/>

INDRA PURNAMA | INOVASI

INOVASI PEMBELAJARAN KIMIA DENGAN PROBLEM-BASED LEARNING

Permasalahan-permasalahan yang terkait kimia dapat menjadi masalah pada PBL dalam inovasi pembelajaran Kimia dalam menghadapi era masyarakat 5.0 dan situasi pandemi yang belum berakhir

RENUNGAN

ANDA INGIN SETIAP MURID TERINSPIRASI, TETAPI ANDA TIDAK DIBERI KEPERCAYAAN UNTUK BERINOVASI.

- NADIEM MAKARIM

DARI TEORI HINGGA PRAKTIK

Penerapan Praktis

CARA MENGGUNAKAN METODE PBL

INDRA PURNAMA | INOVASI

Mulai dengan
pertanyaan.



MENGAPA BURUNG PIPIT BERJATUHAN ?

Berita ini menjadi viral beberapa waktu yang lalu di Bali

APAKAH BAHAYA JIKA ADA BORAKS DALAM BAKSO?

Sampai saat ini masih ditemukan berita terkait adanya boraks dalam bakso

APA YANG AKAN TERJADI JIKA HUTAN TAK ADA LAGI?

Laju deforestasi terjadi hingga kini. Tidakkah ada rasa khawatir?



INDRA PURNAMA | INOVASI

Menentukan Masalah

KETAHUI DARI BERBAGAI SUMBER



APA YANG DIKATAKAN OLEH SUMBER

Peserta didik harus menentukan permasalahan dari pertanyaan-pertanyaan yang muncul tentunya dengan fasilitasi dari guru/dosen, dan didukung dengan sumber dari informan terpercaya, buku, jurnal, dan juga laporan-laporan yang sudah pasti sumbernya.

BAGAIMANA PESERTA DIDIK Mencari SOLUSI

Guru atau dosen berperan sebagai fasilitator dalam membimbing peserta didik dalam mencari solusi dan menarik kesimpulan atas solusi dari permasalahan yang mereka kaji, baik perorangan maupun per kelompok

INDRA PURNAMA | INOVASI

SOURCES: UNIVERSITY OF TORONTO MISSISSAUGA

CONTOH SOAL PBL



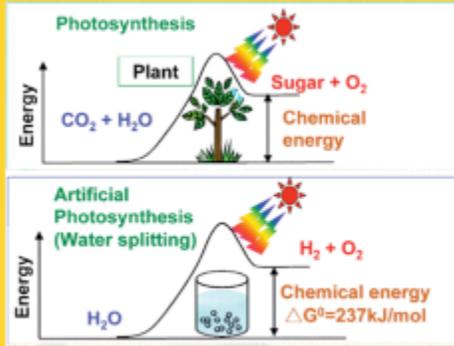
CORROSION OF METALS

Pengadilan ulang makam Raja Tutankhamun telah mengungkapkan sebuah ruangan yang tidak diketahui. Anda adalah seorang ahli metalurgi yang bekerja untuk Museum Kairo dan telah dibagikan untuk melindungi artefak tak ternilai yang ditemukan di makam agar tidak terkorosi lebih jauh dari sebelumnya.



WHAT MAKES COOKIES RISE?

Seorang pembuat roti pemula telah meninggalkan bahan penting dari resep kue mereka, sehingga kue menjadi tidak mengembang. Selesaikan masalah dan pastikan kesalahan yang sama tidak akan terjadi lagi di kemudian hari.



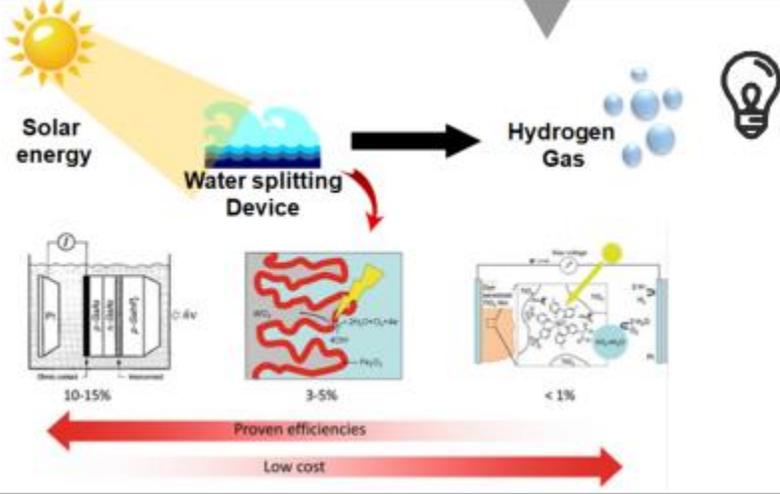
Tentang Fotosintesis

BISAKAH MOLEKUL AIR "DIPECAH"?

Dengan kita sering memerhatikan berbagai fenomena alam dan berbagai masalah yang muncul, maka mencontoh fotosintesis alami dapat mengilhami berbagai penelitian dalam menghadapi masalah krisis energi yang semakin mengkhawatirkan, terlebih lagi terkait ketersediaan energi yang terbarukan. Fotosintesis buatan saat ini tengah menjadi isu hangat dalam upaya mencari energi hidrogen yang dianggap lebih ramah lingkungan.

[HTTPS://PUBS.RSC.ORG/EN/CONTENT/ARTICLEHTML/2009/CS/B800489G](https://pubs.rsc.org/en/content/articlehtml/2009/CS/B800489G)

INDRA PURNAMA | INOVASI



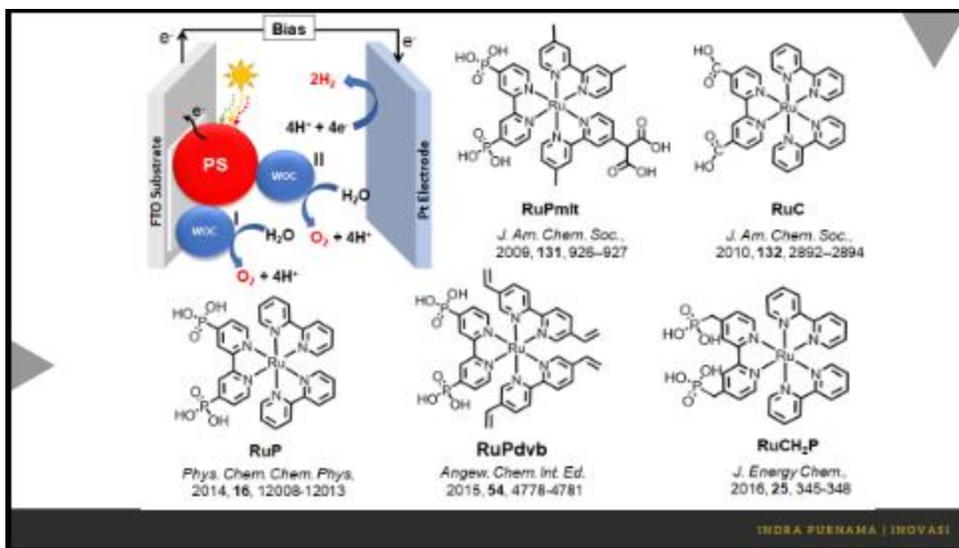
Solar energy → **Water splitting Device** → **Hydrogen Gas**

10-15% 3-5% < 1%

Proven efficiencies

Low cost

INDRA PURNAMA | INOVASI



Limitations

The top diagram shows a dye-sensitized TiO₂ cell under bias. The photocurrent decays rapidly over time, with a scale bar indicating 30 μA. Reference: *J. Am. Chem. Soc.*, 2009, 131, 926–927.

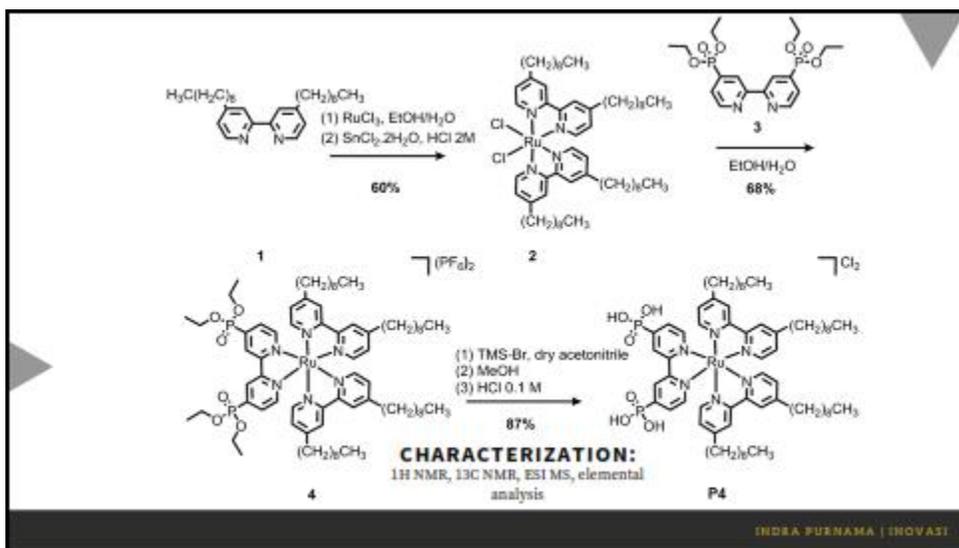
The bottom diagram shows the mechanism of photocatalytic water splitting on TiO₂. The photocurrent density also decays over time. Reference: *J. Am. Chem. Soc.*, 2010, 132, 2892–2894.

- Fast decay of the photocurrent
- PEC work only for a short time

↓

Detachment of photosensitizer and WOC molecules from TiO₂ surface

INDRA PURNAMA | INOVASI



TiO₂ thickness 10 μm
9 mm x 9 mm FTO/TiO₂ film

PS solution

Immersion of FTO/TiO₂ film in PS solution

Structure of surface-bound P4 (or P1) bound to a TiO₂ electrode

- ✓ Absorption
- ✓ Emission
- ✓ Stability

INDRA PURNAMA | INOVASI

CHARACTERIZATION:
1H NMR, 13C NMR, ESI MS, elemental analysis

INDRA PURNAMA | INOVASI

Ground- and excited-state energetics

| PS | Solution | | TiO ₂ | |
|----|---|---------------------|---|---------------------|
| | E ⁰ (Ru ^{II} /Ru ^I) [V] | E ^{0*} [V] | E ⁰ (Ru ^{II} /Ru ^I) [V] | E ^{0*} [V] |
| P1 | 1.33 | -0.95 | 1.28 | -0.93 |
| P2 | 1.22 | -0.99 | 1.19 | -1.00 |
| P3 | 1.23 | -0.98 | 1.20 | -0.99 |
| P4 | 1.32 | -0.83 | 1.32 | -0.91 |

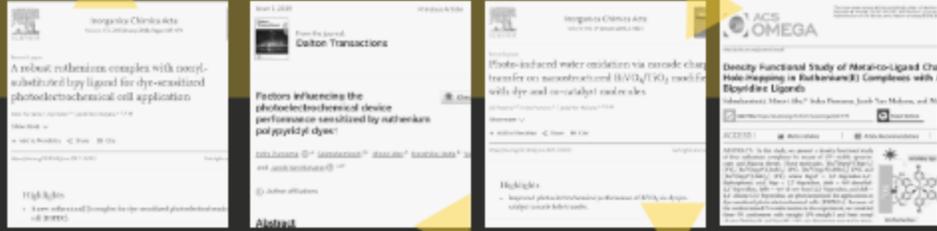
All potentials are vs. NHE. The E^{0*} values were obtained from the equation E^{0*} = E⁰ (Ru^{II}/Ru^I) - E_{ox}.

- ✓ The four dyes show more negative excited-state potentials than TiO₂ conduction band level: capable of electron injection
- ✓ The introduction of alkyl groups in P2 and P3 shifts the ground- and excited potentials to the more negative values
- ✓ Dye P4 shows less negative potentials

INDRA PURNAMA | INOVASI

Informasi Lengkap

SILAKAN BACA ARTIKEL KAMI



PURNAMA, ET AL
Inorganica Chimica Acta, 471, 2018

PURNAMA, ET AL
Dalton Transactions, 48, 2019

PRATOMO, ET AL
Inorganica Chimica Acta, 500, 2020

SALMAHAMINATI, ET AL
ACS Omega, 6, 2021

INDRA PURNAMA | INOVASI

Tips Bermanfaat

TEKNIK-TEKNIK UNTUK MELANCARKAN KREATIVITAS



Bermaslah dan Berfokus

Eksponasi Pikiran

Membuat Awan Pemikiran

INDRA PURNAMA | INOVASI

TERIMAKASIH



FACEBOOK
Indra Purnama Tanjung

BLOG
indrapurnama.com

INSTAGRAM
Doktor_RW

INDRA PURNAMA | INOVASI

STUDI KEPUSTAKAAN MENGENAI INOVASI PEMBELAJARAN FISIKA MENGGUNAKAN MODEL PEMBELAJARAN POE₂WE DI ERA REVOLUSI INDUSTRI

Wahyu Tulus Setyantini
Mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Sebelas Maret
E-mail : wahyutulussetyantini@gmail.com

ABSTRAK

Perkembangan teknologi di era revolusi industri menghendaki adanya inovasi pengembangan model pembelajaran. Hasil dari pengembangan inovasi model pembelajaran ini diharapkan dapat dimanfaatkan untuk pembelajaran. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji beberapa teori dan penelitian-penelitian sebelumnya yang relevan dengan inovasi pembelajaran fisika menggunakan model pembelajaran POE₂WE di era revolusi industri. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi kepustakaan dengan mengkaji beberapa literatur yang dianalisis untuk menarik kesimpulan. Hasil penelitian ini adalah terkumpulnya landasan teori mengenai inovasi pembelajaran fisika menggunakan model pembelajaran POE₂WE di era revolusi industri yang meliputi, : 1) Revolusi industri, dan 2) Pendidikan fisika di era revolusi industri, 3) Pengertian model pembelajaran POE₂WE, 4) Langkah-langkah pembelajaran pada model pembelajaran POE₂WE, dan 5) Sintaks pengembangan dan kegiatan pembelajaran pada model pembelajaran POE₂WE,

Kata kunci : studi kepustakaan, model pembelajaran POE₂WE, revolusi industri.

ABSTRACT

Technological developments in the industrial revolution era require innovation in the development of learning models. The results of the development of this learning model innovation are expected to be used for learning. This study aims to examine several theories and previous studies that are relevant to physics learning innovation using the POE₂WE learning model in the industrial revolution era. The method used in this study is a literature study by reviewing some of the literature that was analyzed to draw conclusions. The results of this study are the collection of theoretical foundations regarding physics learning innovation using the POE₂WE learning model in the industrial revolution era which includes: 1) the industrial revolution, and 2) physics education in the industrial revolution era, 3) understanding the POE₂WE learning model, 4) steps learning on the POE₂WE learning model, and 5) Syntax development and learning activities on the POE₂WE learning model,

Keywords: literature study, POE₂WE learning model, industrial revolution.

PENDAHULUAN

Pada era revolusi industri saat ini ilmu pengetahuan dan teknologi berkembang dengan pesat. Revolusi industri merupakan sejarah perkembangan terpenting dalam kehidupan manusia selama tiga abad terakhir yang bersifat berkelanjutan dalam membangun kehidupan dunia modern (Stearns, 2013)^[1]. Berkembangnya era revolusi industri tentunya berdampak dalam dunia pendidikan. Era revolusi industri telah mengubah cara berpikir tentang pendidikan. Perubahan yang dibuat bukan hanya cara mengajar, namun yang terpenting adalah perubahan dalam perspektif konsep pendidikan itu sendiri. Oleh karena itu, pengembangan kurikulum untuk

saat ini dan masa depan harus melengkapi kemampuan siswa dalam dimensi pedagogik, keterampilan hidup, kemampuan untuk hidup bersama (kolaborasi) dan berpikir kritis dan kreatif. Mengembangkan soft skill dan transversal skill, serta keterampilan tidak terlihat yang berguna dalam banyak situasi kerja seperti keterampilan interpersonal, hidup bersama, kemampuan menjadi warga negara yang berpikiran global, serta literasi media dan informasi.

Revolusi industri dalam dunia pendidikan menekankan pada pendidikan karakter, moral, dan keteladanan. Hal ini dikarenakan ilmu yang dimiliki dapat digantikan oleh teknologi sedangkan penerapan soft skill maupun hard skill yang dimiliki tiap peserta didik tidak dapat digantikan oleh teknologi. Dalam hal ini diperlukan kesiapan dalam hal pendidikan berbasis kompetensi, pemahaman dan pemanfaatan IoT (*Internet of Things*), pemanfaatan virtual atau *augmented reality* dan penggunaan serta pemanfaatan AI (*Artificial Intelligence*).

ANALISIS PEMECAHAN MASALAH

Seorang pendidik memberikan peranan yang cukup penting dalam dunia pendidikan di era persaingan industri ini. Ada tiga hal penting yang harus dilakukan oleh pendidik (Sukartono, 2018)^[2], yaitu menyiapkan siswa untuk mampu menciptakan pekerjaan yang selama ini belum ada, dan menyiapkan anak untuk mampu menggunakan teknologi. Untuk mempersiapkan siswa menghadapi persaingan industri bukanlah hal yang mudah. Guru memerlukan strategi dan model pembelajaran yang mampu memfasilitasi siswa untuk berkembang. Strategi dan model pembelajaran berpengaruh terhadap pola pikir dan apa yang akan dihasilkan siswa kelak nanti. Pemilihan strategi dan model pembelajaran mempunyai peranan penting dalam menyiapkan peserta didik menghadapi persaingan di era revolusi industri sekarang ini.

METODE

Pada penelitian ini kami menggunakan jenis/pendekatan penelitian yang berupa Studi Kepustakaan (Library Research). Studi kepustakaan merupakan suatu studi yang digunakan dalam mengumpulkan informasi dan data dengan bantuan berbagai macam material yang ada di perpustakaan seperti dokumen, buku, majalah, kisah-kisah sejarah, dsb (Mardalis:1999)^[3].

Studi kepustakaan juga dapat mempelajari berbagai buku referensi serta hasil penelitian sebelumnya yang sejenis yang berguna untuk mendapatkan landasan teori mengenai masalah yang akan diteliti (Sarwono:2006)^[4]. Studi kepustakaan juga berarti teknik pengumpulan data dengan melakukan penelaahan terhadap buku, literatur, catatan, serta berbagai laporan yang berkaitan dengan masalah yang ingin dipecahkan (Nazir:1988)^[5]. Sedangkan menurut ahli lain studi kepustakaan merupakan kajian teoritis, referensi serta literatur ilmiah lainnya yang berkaitan dengan budaya, nilai dan norma yang berkembang pada situasi sosial yang diteliti (Sugiyono:2012)^[6].

Penelitian ini menggunakan metode literasi (studi pustaka) dengan cara mengkaji berbagai literatur yang berkaitan dengan penerapan model POE₂WE (Kearney, 2004; Kearney & Young, 2007; Nana, 2014, 2016; Nana, Saji dan, Akhyar, & Rochsatiningsih, 2014; Permatasari, 2011; Rahayu, Widodo, & Sudirman, 2013; Samosir, 2010; Supriyati, 2012; Nana & Endang Surahman, 2019) dan pendidikan fisika untuk menghadapi era revolusi industri (Astuti, S. B. Waluya, M. Asikin, 2019; Ernita Susanti, Rifa'atul Maulidah, Yanti Sofi Makiyah, 2019; Ketang Wiyono & Sri Zakiyah, 2019). Model POE₂WE merupakan model yang sebelumnya telah dikembangkan oleh Nana, Sajidan, Akhyar, & Rochsatiningsih (2014) dari model POEW (Samosir, 2010) dan pembelajaran Fisika dengan pendekatan konstruktivis (Duffy & Jonassen, 1992).

Prosedur Penelitian

Metode penelitian kepustakaan ini digunakan untuk menyusun konsep pengembangan inovasi pembelajaran menggunakan model pembelajaran POE₂WE di era revolusi industri. Adapun langkah-langkah dalam penelitian kepustakaan menurut Kuhlthau (2002)^[7] adalah sebagai berikut :

1. Pemilihan topik
2. Eksplorasi informasi
3. Menentukan fokus penelitian
4. Pengumpulan sumber data
5. Persiapan penyajian data
6. Penyusunan laporan

Sumber Data

Sumber data yang menjadi bahan akan penelitian ini berupa buku, jurnal dan situs internet yang terkait dengan topik yang telah dipilih. Sumber data penelitian ini terdiri dari buku dan jurnal tentang model pembelajaran POE₂WE dan revolusi industri.

Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini adalah dokumentasi, yaitu mencari data mengenai hal-hal atau variabel yang berupa catatan, buku, makalah atau artikel, jurnal dan sebagainya. Instrumen penelitian dalam penelitian ini adalah daftar check-list klasifikasi bahan penelitian, skema/peta penulisan dan format catatan penelitian.

Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode analisis isi (Content Analysis). Analisis ini digunakan untuk mendapatkan inferensi yang valid dan dapat diteliti ulang berdasarkan konteksnya (Krippendorff, 1993)^[8]. Dalam analisis ini akan dilakukan proses memilih, membandingkan, menggabungkan dan memilah berbagai pengertian hingga ditemukan yang relevan

HASIL

Revolusi Industri

Istilah revolusi industri telah lama digunakan untuk menjelaskan perubahan aspek general di bidang industri yang saling berkaitan seperti teknologi dasar yang digunakan di pabrik, mesin-mesin yang dibangun dari teknologi tersebut, serta rutinitas buruh yang bekerja (Cowan, 2012^[9])(Frader, 2006)^[10].

Revolusi industri dibagi ke dalam beberapa generasi yaitu; industri 1.0 pertama kali dimulai sekitar abad ke-18 dengan adanya penemuan mesin uap dan turbin air; generasi kedua dikembangkan setelah ditemukannya energi listrik yang menyebabkan mesin pabrik berbasis mesin bertenaga listrik; revolusi industri ketiga mengintegrasikan teknologi informasi pada manajemen sistem; dan revolusi industri generasi ke empat yang sedang berlangsung saat ini (Agrawal, Schaefer, & Funke, 2018)^[11].

Era industri ke-4 atau yang lebih dikenal sebagai industri 4.0 merupakan hasil kombinasi yang telah ada dan penemuan terbaru. Hal ini mengakibatkan adanya perubahan yang sangat signifikan seperti; perubahan sosial, tata laksana organisasi industri, ekonomi makro, dan teknologi yang digunakan (JONES, 1984; Deane, 2003; Halili, 2019)^[12].

Pendidikan 4.0 merupakan cara untuk melengkapi fenomena integrasi digital dalam kehidupan sehari-hari di mana manusia dan mesin berinteraksi untuk memecahkan masalah dan menemukan teori inovasi baru. Dalam pendidikan 4.0, akses informasi tidak terbatas ruang dan waktu serta proses belajar mengajar telah menjadi dinamis. Masa depan pendidikan 4.0 dapat mengubah pemanfaatan informasi dengan cara yang praktis dan berbasis digital. Untuk mengatasi kebutuhan revolusi industri 4.0 dalam pendidikan, lembaga pendidikan harus terus mengintegrasikan metode inovatif untuk meningkatkan proses belajar mengajar (Halili, 2019)^[13].

Pendidikan Fisika di era revolusi industri

Adanya revolusi industri 4.0 mempengaruhi landasan terciptanya inovasi-inovasi di bidang pendidikan. Cepatnya laju revolusi pada era ini yang berfokus pada kecerdasan artifisial, perlahan menyebabkan adanya model-model pembelajaran baru yang sesuai di masa depan (D'Souza & Kamaruddin, 2016)^[14].

Banyak pendidikan tinggi yang tidak hanya mengajarkan sebatas teori terkait bidang kajian ilmu tertentu, namun juga melatih kemampuan peserta didik untuk dapat beradaptasi dan bersaing secara global dalam menghadapi industri 4.0 (Singh, Al-Mutawaly, & Wanyama, 2017)^[15]. Salah satunya adalah melalui pendekatan pembelajaran aktif berbasis industrial project sesuai dengan kurikulum pada program studi (Baena, Guarin, Mora, Sauza, & Retat, 2017)^[16].

Pendidikan fisika di era pembelajaran konvensional masih bersifat *teacher-oriented learning*; sesi tanya jawab singkat di akhir pembelajaran dengan pemberian pekerjaan rumah; serta menghadapi ujian akhir dengan pola masalah yang sama di setiap semesternya (Wieman &

Perkins, 2005)^[17]. Sistem pembelajaran seperti ini yang kemudian menyebabkan hampir seluruh peserta didik di bidang fisika memiliki pola pikir dan karakteristik yang sama (McDermott & C., 1990)^[18]. Sehingga para pendidik di bidang sains diharapkan untuk dapat mengembangkan pendidikan fisika menjadi lebih efektif dan relevan sesuai dengan tuntutan kebutuhan global.

Dengan adanya kemajuan di bidang teknologi, media-media pembelajaran dan sumber belajar terus mengalami inovasi, sehingga mendorong siswa untuk dapat belajar secara mandiri dan mampu menyelesaikan masalah yang bersifat abstrak dengan pendekatan ilmiah (Neeman, 1988)^[19] (Eijkelhof & Kortland, 1988)^[20].

Peserta didik diharapkan berhasil dalam menghadapi lingkungan kerja yang semakin mengglobal, terotomatisasi, tervirtualisasi, berjejaring dan fleksibel menyebabkan keterampilan yang dibutuhkan bukan hanya sekedar pengetahuan kognitif belaka, melainkan kemampuan berpikir secara non-linear, keterampilan sosial dan antar budaya, manajemen diri, dan kompetensi diri (Wallner & Wagner, 2016)^[21].

Model Pembelajaran POE₂WE

Model pembelajaran *Prediction, Observation, Explanation, Elaboration, Write dan Evaluation* (POE₂WE) dikembangkan dari model pembelajaran POEW dan model pembelajaran Fisika dengan Pendekatan Konstruktivistik. Pengembangan ini dilakukan untuk sebagai penyempurnaan kedua model sebelumnya. Model POE₂WE merupakan model pembelajaran yang dikembangkan untuk mengetahui pemahaman peserta didik mengenai suatu konsep dengan pendekatan konstruktivistik. Model ini membangun pengetahuan dengan urutan proses yaitu meramalkan atau memprediksi solusi dari permasalahan, melakukan eksperimen untuk membuktikan prediksi, kemudian menjelaskan hasil eksperimen yang diperoleh secara lisan maupun tertulis, membuat contoh penerapan dalam kehidupan sehari-hari, menuliskan hasil diskusi dan memuat evaluasi tentang pemahaman peserta didik baik secara lisan maupun tertulis (Nana, 2014)^[22].

Model pembelajaran POE₂WE dapat menjadikan peserta didik sebagai subjek di dalam pembelajaran. peserta didik secara aktif menemukan suatu konsep melalui pengamatan atau eksperimen secara langsung, bukan dari menghafal buku materi maupun penjelasan dari guru.

Model ini memungkinkan peserta didik aktif dalam proses pembelajaran, memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mengkonstruksi pengetahuannya, mengkomunikasikan pemikirannya dan menuliskan hasil diskusinya sehingga peserta didik lebih menguasai dan memahami konsep yang akan berdampak pada peningkatan prestasi belajar peserta didik. Model ini memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk melakukan konstruksi pengetahuan yang dimilikinya, melakukan pengamatan terhadap fenomena serta mengkomunikasikan gagasan yang dia peroleh dari proses diskusi sehingga peserta didik akan lebih mudah menguasai konsep yang diajarkan.

Langkah-langkah Pembelajaran pada Model Pembelajaran POE₂WE

Penggabungan tahapan-tahapan pembelajaran model POEW dan model pembelajaran Fisika dengan Pendekatan Konstruktivistik maka dapat di susun langkah-langkah pembelajaran model POE₂WE secara terinci sebagai berikut:

a. Prediction

Tahap *Prediction* yaitu peserta didik membuat prediksi atau dugaan awal terhadap suatu permasalahan. Permasalahan yang ditemukan berasal dari pertanyaan dan gambar tentang materi yang disampaikan oleh guru yang ada di Lembar Kerja peserta didik (LKS)/buku peserta didik sebelum peserta didik membuat prediksi. Pembuatan prediksi jawaban tahap *Prediction* pada model POEW identik dengan fase *Engagement* pada pendekatan konstruktivistik. Guru mengajukan pertanyaan yang dapat mendorong peserta didik untuk dapat membuat prediksi atau jawaban sementara dari suatu permasalahan.

b. *Observation*

Tahap *Observation* yaitu untuk membuktikan prediksi yang telah di buat oleh peserta didik. Peserta didik diajak melakukan eksperimen berkaitan dengan masalah atau persoalan yang di temukan. Selanjutnya peserta didik mengamati apa yang terjadi, kemudian peserta didik menguji kebenaran dari dugaan sementara yang telah dibuat. Tahap *Observation* pada model POEW identik dengan fase *Exploration* pada pendekatan konstruktivistik.

c. *Explanation*

Tahap *Explanation* atau menjelaskan yaitu peserta didik memberikan penjelasan terhadap hasil eksperimen yang telah dilakukan. Penjelasan dari peserta didik dilakukan melalui diskusi dengan anggota kelompok kemudian tiap kelompok mempresentasikan hasil diskusinya di depan kelas. Jika prediksi yang di buat peserta didik ternyata terjadi di dalam eksperimen, maka guru membimbing peserta didik merangkum dan memberi penjelasan untuk menguatkan hasil eksperimen yang dilakukan. Namun jika prediksi peserta didik tidak terjadi dalam eksperimen, maka guru membantu peserta didik mencari penjelasan mengapa prediksi atau dugaannya tidak benar. Tahap *explanation* identik dengan fase *explanation* pada pendekatan konstuktivistik.

d. *Elaboration*

Tahap *Elaboration* yaitu peserta didik membuat contoh atau menerapkan konsep dalam kehidupan sehari-hari. Tahap elaboration di ambil dari pendekatan konstruktivistik. Tahap ini guru mendorong peserta didik untuk menerapkan konsep baru dalam situasi baru sehingga peserta didik lebih memahami konsep yang di ajarkan guru. Tahap ini pengembangan dari pendekatan konstruktivistik.

e. *Write*

Tahap *Write* atau menulis yaitu melakukan komunikasi secara tertulis, merefleksikan pengetahuan dan gagasan yang dimiliki peserta didik Menurut (Yamin & Ansari, 2012) ^[23] menulis dapat membantu peserta didik untuk mengekspresikan pengetahuan dan gagasan mereka. peserta didik menuliskan hasil diskusi dan menjawab pertanyaan yang ada pada LKS. Selain itu pada tahap write ini, peserta didik membuat kesimpulan dan laporan dari hasil eksperimen. Tahap ini merupakan pengembangan dari model TTW.

f. *Evaluation*

Tahap *Evaluation* yaitu evaluasi terhadap pengetahuan, keterampilan dan perubahan proses berfikir peserta didik. Pada tahap ini peserta didik di evaluasi tentang materi gerak lurus berupa lisan maupun tulisan. Tahap ini merupakan pengembangan dari pendekatan konstruktivistik.

Sintaks Pengembangan dan Kegiatan Pembelajaran pada Model Pembelajaran POE₂WE,

Penggabungan tahap-tahap model POEW dan pendekatan konstruktivistik dapat dilihat pada Tabel 1 dan 2.

Tabel 1 : Sintaks Pengembangan Pembelajaran POE₂WE

| No | Sintaks POEW (Samosir, 2010) | Sintaks model Pembelajaran dengan Pendekatan Konstruktivistik (Duffy & Jonassen, 1992) | Model POE ₂ WE (Nana et al., 2014) |
|----|---|---|--|
| 1 | (<i>Prediction</i>) Membuat prediksi, membuat dugaan | (<i>Engagement</i>) pendahuluan membuat pertanyaan menggali pengetahuan awal peserta didik | (<i>Prediction</i>) Membuat dugaan atau prediksi. Tahap Engagement identik dengan Predict pada POEW |
| 2 | (<i>Observation</i>) Melakukan penelitian. | (<i>Exploration</i>) Menguji prediksi. | (<i>Observation</i>) Melakukan |

| | | | |
|---|--|---|--|
| | pengamatan | melakukan dan mencatat hasil pengamatan | observasi/pengamatan Tahap Exploration identik dengan tahap observation pada POEW |
| 3 | (<i>Explanation</i>) Yaitu memberi penjelasan | (<i>Explanation</i>) menjelaskan konsep dengan kalimat mereka sendiri | (<i>Explanation</i>) Menjelaskan Pada tahap explanation identik dengan explanation pada pendekatan konstruktivistik |
| 4 | (<i>Write</i>) Membuat kesimpulan | (<i>Elaboration</i>) Aplikasi konsep dalam kehidupan sehari-hari. | (<i>Elaboration</i>) Aplikasi konsep dalam kehidupan sehari-hari merupakan pengembangan dari pendekatan Konstruktivistik |
| 5 | | (<i>Evaluation</i>) Evaluasi terhadap pengetahuan, keterampilan dan perubahan proses berpikir peserta didik. | (<i>Write</i>) Menuliskan hasil diskusi sebagai kesimpulan. Merupakan pengembangan dari model POEW |
| 6 | | | (<i>Evaluation</i>) Evaluasi terhadap efektifitas fase-fase sebelumnya. Merupakan pengembangan dari pendekatan Konstruktivistik |

Tabel 2 : Kegiatan Pembelajaran pada Model Pembelajaran POE₂WE

| Fase-fase | Kegiatan Pendidik | Kegiatan Peserta Didik |
|--------------------|--|---|
| Prediction | <ul style="list-style-type: none"> - Menyampaikan tujuan pembelajaran. - Mengajukan pertanyaan kepada siswa - Menginventarisir prediksi dan alasan yang di kemukakan peserta didik. | <ul style="list-style-type: none"> - Memperhatikan penjelasan dari guru. - Memprediksi jawaban pertanyaan dari guru - Mendiskusikan hasil prediksinya |
| Observation | <ul style="list-style-type: none"> - Mendorong peserta didik untuk bekerja secara kelompok - Membagikan LKS - Mengawasi kegiatan percobaan yang dilakukan oleh peserta didik | <ul style="list-style-type: none"> - Membentuk kelompok - Melakukan percobaan - Mengumpulkan data hasil percobaan - Melakukan diskusi kelompok - Menyimpulkan hasil percobaan |
| Explanation | <ul style="list-style-type: none"> - Mendorong peserta didik untuk menjelaskan hasil percobaan. - Meminta peserta didik mempresentasikan hasil percobaannya - Mengklarifikasikan hasil percobaannya - Menjelaskan konsep/definisi baru | <ul style="list-style-type: none"> - Mengemukakan pendapatnya tentang hasil percobaan - Mengemukakan pendapatnya tentang gagasan baru berdasarkan hasil percobaan. - Menanggapi presentasi dari kelompok lain. - Konsep baru dari guru dapat di |

| | | |
|--------------------|--|---|
| Elaboration | <ul style="list-style-type: none"> - Memberi permasalahan berkaitan dengan penerapan konsep. - Mendorong peserta didik untuk menerapkan konsep baru dalam situasi baru | terima <ul style="list-style-type: none"> - Menerapkan konsep baru dalam situasi baru atau kehidupan sehari-hari. |
| Write | <ul style="list-style-type: none"> - Memberi kesempatan kepada peserta didik untuk mencatat hasil diskusi serta kesimpulan. | <ul style="list-style-type: none"> - Mencatat hasil penjelasan dan kesimpulan dari guru dan diskusi kelompok |
| Evaluation | <ul style="list-style-type: none"> - Mengajukan pertanyaan untuk penilaian proses - Menilai pengetahuan peserta didik - Memberikan balikan terhadap jawaban peserta didik | <ul style="list-style-type: none"> - Menjawab pertanyaan berdasarkan data - Mendemonstrasikan kemampuan dalam penguasaan konsep |

SIMPULAN

Pengembangan inovasi pembelajaran diperlukan bagi pendidik untuk mempersiapkan peserta didik menghadapi era persaingan industri. Pada era revolusi industri ini diperlukan *soft skill* berupa individu yang aktif. Pada model pembelajaran POE₂WE mengajak peserta didik untuk aktif dalam pembelajaran sehingga menumbuhkan sikap aktif peserta didik yang sesuai dengan kemampuan yang dibutuhkan dalam menghadapi persaingan di era revolusi industri saat ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Stearns, P. N, "The Industrial Revolution" in 2013 World History (4th ed.) USA: Westview Press.
- [2] Sukartono(2018, Desember) *Revolusi Industri 4.0 dan Dampaknya terhadap Pendidikan di Indonesia* [online] available : <http://fkip.ums.ac.id/wp-content/uploads/sites/43/2018/12/Revolusi-Indsutri-4.0-Dampaknya-terhadap-Pendidikan-di-Indonesia-Dr-Sukartono.doc>
- [3] Mardilis, Metode Penelitian Suatu Pendekatan Proposal. Jakarta: Bumi Aksara, 1999.
- [4] Sarwono, Metode Penelitian Kualitatif dan Kuantitatif. Yogyakarta : Graha Ilmu, 2006.
- [5] NAZIR, Metode Penelitian. Jakarta : Ghalia Indonesia, 1988.
- [6] Sugiyono, Metode Penelitian Kualitatif, Kuantitatif, dan R&B. Bandung : Alfabeta, 2012.
- [7] Khultau, CC., Maniotes, L.K., and Caspari, A.K, "Learning in 21st Century School" in Guided Inquiry Design 2007 on Publishing Group USA.
- [8] Krippendorff, K, Analisis Isi Pengantar Teori dan Metodologi. Jakarta : PT Raja Grafindo Persada, 1993.
- [9] Cowan, R. S, "The Industrial Revolution in the Home: Household Technology and Social Change in the 20th Century" in 2012 Domestic Ideology and Domestic Work, 17(1), 375–397. <https://doi.org/10.1515/9783110968842.375>
- [10] Frader, L. L, The Industrial Revolution. New York : Oxford Unive, 2006.
- [11] Agrawal, A., Schaefer, S., & Funke, T, "Incorporating Industry 4.0" in 2018 Corporate Strategy, 161–176. <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-3468-6.ch009>
- [12] JONES, F. S. "The New Economic History and the Industrial Revolution". *South African Journal of Economics*. vol.52(2), pp 77–88, 1984. <https://doi.org/10.1111/j.1813-6982.1984.tb00825.x>
- [13] Halili, S. H, Technological Advancements In Education 4.0. vol.7(1), pp 63–69, 2019.
- [14] D'Souza, U., & Kamaruddin, M, "Industrial Revolution 4.0" in 2016 Role of Universities, vol.8(9), pp 2–3, 2016. <https://doi.org/10.6007/IJARBS/v8-i9/4593>
- [15] Singh, I., Al-Mutawaly, N., & Wanyama, T, "Teaching Network Technologies That Support Industry 4.0" Proceedings of the Canadian Engineering Education Association, pp 1–5, 2017. <https://doi.org/10.24908/pceea.v0i0.5712>
- [16] Baena, F., Guarin, A., Mora, J., Sauza, J., & Retat, S, "Learning Factory: The Path to Industry 4.0" *Procedia Manufacturing*, vol. 9, pp 73–80, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.04.022>

- [17] Wieman, C., & Perkins, K, “Transforming Physics Education By using the tools of physics in their teaching, instructors can move students from mindless memorization to understanding and appreciation” *Physics Today*, pp 36–41, November. 2005.
- [18] McDermott, & C., L, “A perspective on teacher preparation in physics and other sciences: The need for special science courses for teachers” *American Journal of Physics*, vol.58(8), pp 734—742, 1990.
- [19] Neeman, Y, “Computers in physics”. *Physics Today*, vol.41(3), pp 130–132, 1988.
- [20] Eijkelhof, H. M. C., & Kortland, K, “Broadening the aims of physics education Development and Dilemmas in Science Education”, pp 282–305, Desember. 1970.
- [21] Wallner, T., & Wagner, G. “Academic Education 4.0” In International Conference on Education and New Development, 2016.
- [22] Nana, “Pengembangan model POE2WE dalam pembelajaran Fisika SMA.” Sebelas Maret University, 2014.
- [23] Yamin, M., & Ansari, B. I, Taktik mengembangkan kemampuan individual siswa. Jakarta: Gaung Persada Press, 2012.

PEMBELAJARAN MODEL EXPERIENTAL LEARNING THEORY UNTUK MENGIMBANGI PROGRAM KAMPUS MERDEKA TERUTAMA PROGRAM MAGANG MERDEKA

Ester Claudia Sitio¹
Universitas Jambi
esterclaudia064@gmail.com

ABSTRAK

Konsep tegasnya inovasi pendidikan adalah pembaruan dibidang pendidikan atau sebuah inovasi yang diciptakan untuk memecahkan masalah – masalah pendidikan agar terciptanya konsep dan sistem pendidikan yang sempurna. Program Merdeka Belajar Kampus Merdeka oleh Menteri Pendidikan Dan Kebudayaan yaitu bapak Nadiem Makarim menjadi sebuah isu yang ramai dibicarakan didunia pendidikan. Program merdeka belajar ini membuat penggerak – penggerak dibidang pendidikan berusaha untuk mengimbangi pembelajaran sekarang agar dapat sejalan dengan tujuan program kampus merdeka. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi pustaka tinjauan. data diperoleh dari berbagai sumber dan artikel ilmiah. ELT adalah pembelajaran yang mengutamakan pengalaman praktis dan penguasaan teoritis. Pembelajaran ELT relevan terhadap Program kampus merdeka diharapkan dapat menciptakan mahasiswa yang memiliki wawasan yang luas dan ketrampilan (skills) yang matang, serta mahasiswa yang dihasilkan tidak kaku melainkan luwes dan kritis.
Kata kunci : *Kampus Merdeka, Experiential Learning (ELT).*

ABSTRACT

Educational innovation is a renewal in the field of education or an innovation created to solve educational problems in order to create a perfect education concept and system. The merdeka learning program on the merdeka campus by the minister of education and culture, namely Mr Nadiem Makarim, has become an issue that is being discussed in the world of education. The merdeka learning program makes the movers in the education sector try to balance current learning so that it can be in line with the objectives of the merdeka campus program. The method used in this research is a literature review, reviewing data obtained from various source and scientific articles. Elt is learning that prioritizes practical experience and theoretical mastery. ELT learning is relevant to the merdeka campus program, it is expected to create students who have broad to insight and mature skills and the resulting students aren't rigid but flexible and critical.

Keyword: *Merdeka Campus, Experiential Learning (ELT).*

PENDAHULUAN

Gagasan Merdeka Belajar – Kampus Merdeka hadir ini dilatarbelakani karena adanya ketidaksinkronan antara dunia Pendidikan dan dunia Nyata yang tidak sejalan. Pembelajaran yang diberikan oleh pendidik sering kali tidak membawa siswa ke implementasi dalam kehidupan (dunia nyata) ataupun penerapannya di dunia nyata. Oleh karena itu, tidak heran

jika banyak siswa atau mahasiswa yang membatasi antara dunia perkuliahan dan dunia nyata dan mendeklarasikan kalo dunia pendidikan dan dunia nyata itu berbeda dan tidak memiliki hubungan. Seperti yang dikatakan, Masdar Hilmy bahwa pendidikan dan dunia nyata seolah menjadi dua entitas mandiri yang saling terpisah satu sama lain. Padahal jika kita telusuri lagi, hubungan antara pendidikan dan dunia nyata sangat erat. Pendidikan berfungsi sebagai wadah yang menghasilkan atau memproduksi human resource untuk ditempatkan di industri (dunia nyata), tapi terkadang sering kita temui banyak mahasiswa ketika ditempatkan di industri mereka akan kaku dalam bekerja dan wawasannya pun kurang memadai.

Oleh karena itu, tujuan program Merdeka Belajar-Kampus Merdeka mempersiapkan mahasiswa dalam menghadapi perubahan baik itu budaya, sosial dunia kerja dan kemajuan teknologi yang pesat serta menciptakan mahasiswa yang unggul dalam bidangnya dan yang berpengalaman di bidangnya dan tidak kaku. Perguruan tinggi juga ikut andil dalam mewujudkan Program Merdeka Belajar- Kampus Merdeka yaitu Perguruan tinggi dituntut untuk dapat merancang dan meaksanakan proses pembelajaran yang inovatif agar mahasiswa dapat meraih capaian pembelajaran mencakup aspek sikap, pengetahuan, dan keterampilan secara optimal dan selalu relevan.

Kita telusuri bahwa gagasan atau konsep Kampus Merdeka bukanlah hal yang baru atau asing didunia pendidikan. Teori pembelajaran berbasis pengalaman atau *Experiential Learning Theory* (ELT) ini sangat relevan dengan konsep Kampus Merdeka, dimana progress pembelajarannya berupa proses holistic dan dinamik. ELT atau *Experiential Learning Theory* adalah pembelajaran yang mengutamakan pengalaman praktis dan penguasaan teoritis. Dengan demikian, ELT berlaku tidak hanya di kelas secara formal tetapi di semua arena kehidupan. Proses belajar dari pengalaman ada di mana-mana, hadir dalam aktivitas manusia di mana saja sepanjang waktu [4]. Pembelajaran ini dianggap efektif karna kelas dan sekolah tidak terbatas pada institusi sekolah atau bangunan fisik sekolah, melainkan berdasarkan pengalaman siswa atau mahasiswa dimana lingkungan nyata siswa atau mahasiswa tersebut sebagai pendukung proses pembelajaran.

Fakta lapangan berbicara bahwa dengan lahirnya Program Kampus Merdeka membuat pro (setuju) dan kontra (tidak setuju). Pihak Pro berpendapat jika Program ini direalisasikan maka akan ada peningkatan pada materi pembelajaran yang selama ini dipelajari mahasiswa di kelas dengan kebutuhan dunia industry dan lapangan masih relatif rendah [1]. Program ini juga dinilai dapat menciptakan mahasiswa yang unggul dibidangnya dengan pengalaman yang cukup serta wawasan yang bagus. Sedangkan untuk dipihak Kontra berpendapat bahwa Program ini akan menimbulkan sebuah masalah baru yaitu kampus dinilai akan menjadi wadah kapitalisasi dan komersialisasi, membuka kesempatan kepada perusahaan untuk melakukan penyelewengan dengan menyewa tenaga dengan upah murah dengan memanfaatkan mahasiswa magang, konsep atau pengelompokan keilmuan menjadi abu-abu atau tidak terlihat, dan akan ada beberapa mahasiswa yang kesulitan dalam memilih mata kuliah karena mereka harus memahami teknis atau konsep dari pengantar kuliah yang diambil.

Pembukaan Program Studi Baru, Perguruan Tinggi Badan Hukum, Sistem Akreditasi Perguruan Tinggi dan Hak Belajar Tiga Semester di Luar Program Studi, merupakan empat dari gagasan atau pokok yang direalisasikan di Program Kampus merdeka. Tegasnya penelitian disini adalah Inovasi pembelajaran demi mendukung program merdeka belajar – kampus merdeka menggunakan ELT atau *Experiential Learning Theory*. Pada penelitian disini berfokus pada pembelajaran ELT terhadap program Magang Merdeka.

Analisis Pemecahan Masalah

Output yang ada didalam penelitian, meliputi prosedur atau tahapan menggunakan ELT, relevansi kampus merdeka dengan pembelajaran ELT atau cocok atau tidaknya ELT mengimbangi program Kampus Merdeka. Permasalahan tentang inovasi pendidikan dan pembelajaran guna mengimbangi Program Kampus Mengajar di era revolusi digital 4.0. Hal ini dilakukan karna tidak bisa hanya mengandalkan sistem pendidikan yang cenderung biasa saja. Penelitian terdiri dari persiapan, pengumpulan informasi, dan pengolahan informasi. Tahap persiapan penulis mencari informasi yang berkaitan dengan penelitian. Dari hasil mencari informasi, penulis mengidentifikasi

dan merumuskan permasalahan yang terjadi menurut fakta yang terjadi di dunia nyata, kemudian menentukan elemen – elemen yang memperkuat output dari penelitian ini.

HASIL

Jika kita analogikan atau mengaitkan hubungan antara Kampus Merdeka dengan pendidikan era revolusi industry 4.0 sangatlah berkaitan atau bersesuaian. Menurut UNESCO, ada tiga (3) ketrampilan yang harus dikuasai setiap pribadi mahasiswa pada era revolusi sekarang yaitu : learning skills (berpikir kritis, kreatif, kolaborasi, dan komunikasi), literacy skills (informasi, media, dan teknologi), dan life skills (keluwesan, kepemimpinan, inisiatif, produktivitas, dan bersosialisasi) [7]. Learning skills pada hakikatnya hasil dari learning skills ini menciptakan mahasiswa yang mampu menguasai berbagai kompetensi dan juga ahli dibidangnya, namun jika hanya mengendalkan lingkungan belajar seperti kelas di perkuliahan maka tujuan dari learning skills ini tidak bisa terwujud. Oleh karena itu, perlu dioptimalkan lingkungan kegiatan diluar kelas perkuliahan yang mengasah cara berpikir mahasiswa namun bersifat menantang dan kontekstual. Literacy Skills tegasnya menciptakan mahasiswa yang bijak dan kritis dalam membedakan fakta dan hoax, mahasiswa dituntut untuk dapat mencari sumber yang bisa dipercaya terlebih dahulu dan memisahkannya dengan informasi yang salah. Selanjutnya, Life Skills berfokus kepada kehidupan sehari – hari mahasiswa seperti namanya, Life skills ini kedepannya akan menilai atau menentukan profesional dan kualitas pribadi mahasiswa ketika mahasiswa tersebut terjun ke dunia industry.

Experiential Learning Theory (ELT)

Experiential Learning adalah suatu proses belajar mengajar yang mengaktifkan pembelajar untuk membangun pengetahuan dan keterampilan serta nilai-nilai juga sikap melalui pengalamannya secara langsung. Experiential learning ini lebih bermakna ketika pembelajar berperan serta dalam melakukan kegiatan. Pembelajar memandang kritis suatu kegiatan dan mendapatkan pemahaman serta menuangkannya dalam bentuk lisan atau tulisan sesuai dengan tujuan pembelajaran (Isah Cahyani, 2001).

Tujuan dari model Experiential Learning adalah untuk mempengaruhi siswa dengan tiga cara yaitu mengubah struktur kognitif siswa, mengubah sikap siswa, dan memperluas keterampilan-keterampilan siswa yang sudah ada. Ketiga elemen tersebut saling berhubungan dan mempengaruhi secara keseluruhan, tidak terpisahkan, karena apabila salah satu elemen tidak ada maka kedua elemen lainnya tidak akan efektif [2].

Experiential learning secara harfiah berarti belajar dari aktifitas mengalami dan merefleksikan apa yang telah dipelajari. Eksperiential bukan sekedar mendengarkan tetapi lebih pada mensimulasikan situasi kehidupan nyata, misalnya field trip, bermain peran, dan berpartisipasi dalam permainan. Dalam experiential learning melibatkan tubuh, pikiran, perasaan, dan tindakan. Oleh karena itu merupakan pengalaman belajar pribadi yang utuh [5].

Tegasnya Experiential Learning memberikan pembelajar atau pengguna wawasan atau ilmu tentang konsep – konsep yang dipelajari dan pengalaman nyata yang akan membentuk skills atau ketrampilan melalui penugasan – penugasan nyata. Penggunaan model gaya belajar Experiential Learning didasarkan pada pemikiran bahwa :

- a) Pembelajar dalam belajar akan lebih baik ketika mereka terlibat secara langsung dalam pengalaman belajar. Individu akan lebih merasa bermakna apabila apa yang dipelajarinya dapat terlibat secara langsung dalam sebuah aktivitas belajar,
- b) Adanya perbedaan-perbedaan secara individu dalam hal gaya yang disukai. Setiap individu memiliki gaya belajar yang disukainya yang berbeda dengan individu yang lain,
- c) Ide-ide dan prinsip-prinsip yang dialami dan ditemukan pembelajar lebih efektif dalam pemerolehan bahan ajar. Individu secara spontan dapat menemukan ide-ide dan prinsip karena mereka belajar secara langsung,
- d) Komitmen peserta dalam belajar akan lebih baik ketika mereka mengambil tanggungjawab dalam proses belajar mereka sendiri. Individu memiliki keyakinan dalam belajarnya sebagai akibat dari pengalaman langsung,

e) Belajar pada hakekatnya melalui suatu proses. Proses merupakan hal yang penting dalam belajar daripada hasil, karena individu memiliki makna dari belajarnya.

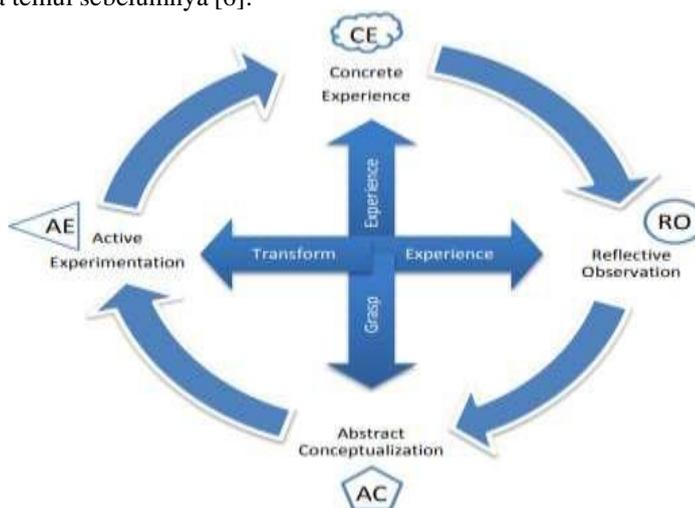
Menurut Kolb, proses belajar dari pengalaman bisa dilakukan di manapun dan kapanpun serta dalam bentuk aktivitas kegiatan apapun. Bagi Kolb, terdapat enam asumsi yang mendasari ELT [4]:

- a. Learning is best conceived as a process, not in terms of outcomes. Oleh sebab itu, untuk meningkatkan pembelajaran di pendidikan tinggi, fokus utama harus pada melibatkan mahasiswa dalam proses terbaik yang mencakup umpan balik tentang efektivitas upaya pembelajaran mereka. Dewey mengungkapkan bahwa pendidikan harus dipahami sebagai rekonstruksi pengalaman yang berkelanjutan ... proses dan tujuan pendidikan adalah satu dan sama.
- b. All learning is re-learning. Pembelajaran paling baik difasilitasi oleh proses yang menggambarkan kepercayaan dan ide siswa tentang suatu topik sehingga mereka dapat diperiksa, diuji, dan diintegrasikan dengan ide-ide baru yang lebih disempurnakan.
- c. Learning requires the resolution of conflicts between dialectically opposed modes of adaptation to the world. Konflik, perbedaan, dan ketidaksepakatan adalah yang mendorong proses pembelajaran. Dalam proses belajar seseorang

Prosedur Experiential Learning

Prosedur pembelajaran dalam Experiential Learning terdiri dari empat tahapan yaitu:

1. Tahap pengalaman konkrit (Concrete Experience) Merupakan tahap paling awal, yakni seorang siswa mengalami sesuatu peristiwa sebagaimana adanya (hanya merasakan, melihat, dan menceritakan kembali peristiwa itu). Dalam tahapan ini siswa belum memiliki kesadaran tentang hakikat peristiwa tersebut, apa yang sesungguhnya terjadi, dan mengapa hal itu terjadi. Inilah yang terjadi pada tahap awal proses belajar.
2. Tahap observasi refleksi (Reflection Observation) Pada tahap ini seorang siswa sudah memiliki observasi terhadap peristiwa yang dialaminya, mencari jawaban, melaksanakan refleksi atau pengamatan aktif, mengembangkan pertanyaan-pertanyaan bagaimana peristiwa terjadi, mengapa terjadi serta mulai berusaha memikirkan dan memahaminya.
3. Tahap Konseptualisasi atau Berfikir Abstrak (Reflection Observation) Pada tahap ini seorang siswa sudah berupaya membuat sebuah abstraksi atau teori tentang hal yang pernah diamatinya, mengembangkan suatu teori, konsep prosedur tentang sesuatu yang sedang menjadi objek perhatian. Pada tahapan ini siswa diharapkan sudah mampu untuk membuat aturan-aturan umum (Generalisasi) dari berbagai contoh kejadian yang meskipun tampak berbeda-beda tetapi mempunyai landasan aturan yang sama.
4. Tahap Eksperimentasi Aktif (Active Experimentation) Pada tahap ini sudah ada upaya mahasiswa untuk melakukan eksperimen secara aktif, dan mampu mengaplikasikan konsep, teori kedalam situasi nyata. Dalam dunia matematika, misalnya mahasiswa tidak hanya memahami asal usul sebuah rumus, tetapi ia juga mampu memakai rumus tersebut untuk memecahkan suatu masalah yang belum pernah ia temui sebelumnya [6].

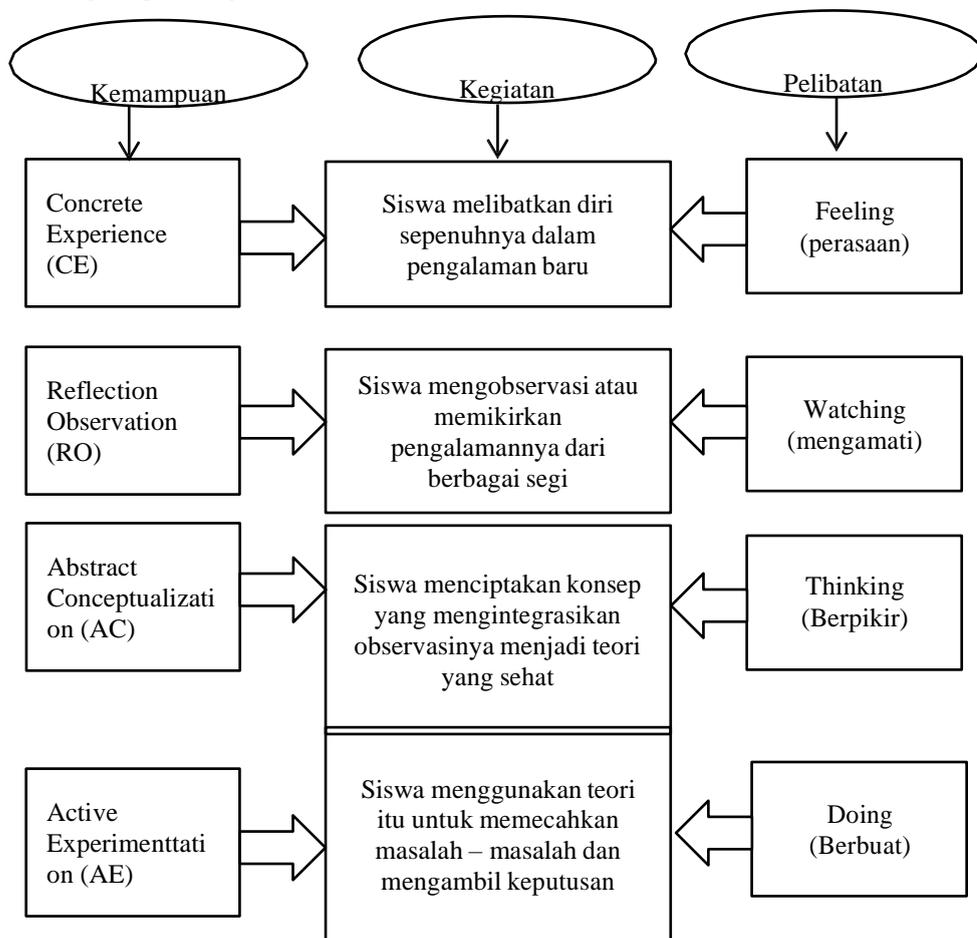


Gambar 1. Bagan siklus model Experiential Learning

Hubungan Kampus Merdeka dengan pembelajaran Experiential Learning Theory (ELT)

Kita kaji atau telusuri lagi bahwa mengingat jika hanya mengandalkan kelas perkuliahan saja mahasiswa tidak bisa mengimbangi kemajuan era revolusi digital 4.0. Oleh karena itu, munculnya gagasan Merdeka Belajar – Kampus Merdeka di Indonesia. Namun, kita harus menimbang lagi bahwa sistem pembelajaran harus dapat mengimbangi program Merdeka Belajar – Kampus Merdeka. Tujuan dari Kampus Merdeka mempersiapkan mahasiswa dalam menghadapi perubahan baik itu budaya, sosial dunia kerja dan kemajuan teknologi yang pesat serta menciptakan mahasiswa yang unggul dalam bidangnya dan yang berpengalaman di bidangnya dan tidak kaku. Sedangkan, tujuan dari model Experiential Learning adalah untuk mempengaruhi siswa dengan tiga cara yaitu mengubah struktur kognitif siswa, mengubah sikap siswa, dan memperluas keterampilan-keterampilan siswa yang sudah ada. Semuanya sejalan dan selaras yang lebih utama adalah pembelajar dituntut mengerti secara teori (pengetahuan) dan pengalaman (ketrampilan).

Pendidik dalam proses pembelajaran menggunakan model Experiential Learning dengan langkah – langkah pada bagan dibawah ini :



Gambar 2. Bagan Tahapan Experiential Learning

Dalam proses belajar model Kolb ini terdapat dua dimensi. Pertama, pengalaman langsung yang konkrit (CE) pada satu pihak dan konseptualisasi abstrak (AC) pada pihak lain. Kedua, eksperimen aktif (AE) pada satu pihak dan observasi refleksi (RO) pada pihak lain. Individu selalu mencari kemampuan belajar tertentu dalam situasi tertentu. Jadi, individu dapat beralih dari perilaku (AE) menjadi pengamat (RO) dan dari keterlibatan langsung (CE) menjadi analisis abstrak (AC) [2]. Proses belajar demikian ini tentu membutuhkan lingkungan, situasi, dan kondisi yang fleksibel dan akomodatif serta menjadikan mahasiswa sebagai pusat pembelajaran. Meminjam

istilah Weimer, dosen harus mengubah statusnya dari “sage on the stage” menjadi “guide on the side” [8]. Relevansi Kampus Merdeka juga dapat dilihat jika dikaitkan dengan Cone of Learning yang digagas Edgar Dale [3]:



Gambar 3. Cone of Learning

Dari tahapan – tahapan, dapat dikatan pembelajaran ELT sangat relevan. Dengan pembelajaran secara ELT, mahasiswa akan berpikir kritis dan akan mendapatkan pemenuhan pengertian atau wawasan dan juga bagus dalam ketrampilan (pengalaman) yang mana dapat mengimbangi sistem Kampus Merdeka.

SIMPULAN

Dengan menggunakan ELT diharapkan dapat mengimbangi program kampus merdeka, mahasiswa mampu menguasai konsep – konsep tentang pengetahuan yang diambil dan memiliki ketrampilan (skills). Dengan ELT mahasiswa diasah dan dibiasakan untuk belajar dengan pengalaman mereka sehingga ketika mengikuti program Kampus Merdeka mahasiswa diharapkan bisa berpikir kritis dan memiliki ketrampilan learning skills (berpikir kritis, kreatif, kolaborasi, dan komunikasi), literacy skills (informasi, media, dan teknologi), dan life skills (keluwesan, kepemimpinan, inisiatif, produktivitas, dan bersosialisasi) ini adalah klasifikasi ketrampilan yang harus dikuasai setiap pribadi mahasiswa pada era revolusi sekarang menurut UNESCO. Fokus Kampus Merdeka dengan pembelajaran ELT adalah Program Magang Merdeka.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alif, S., Reka, I., & Salsabila, N. (2020, February 6). Pro Kontra „Kampus Merdeka“ di Kalangan Mahasiswa UI [Intitution]. suaramahasiswa.com. <http://suaramahasiswa.com/pro-kontra-kampus-merdeka-di-kalanganmahasiswa-ui/>.
- [2] Anggreni. (2017). Experiential Learning (Pembelajaran Berbasis Mengalami). AtThullab: Jurnal Pendidikan Guru Madrasah Ibtidaiyah, 1(2), 186–199.
- [3] Jackson, J. (2016). Myths of active learning: Edgar Dale and the cone of experience. *Journal of the Human Anatomy and Physiology Society*, 20(2), 51–53.
- [4] Kolb, A. Y., & Kolb, D. A. (2009). Experiential learning theory: A dynamic, holistic approach to management learning, education and development. *The SAGE Handbook of Management Learning, Education and Development*, 42–68.
- [5] Kolb, David A. 2014. *Experiential Learning: Experience As The Source of Learning and Development 2 nd* . New Jersey: Pearson FT Press.

- [6] Siregar, E., & Nara, H. (2011). *Teori Belajar dan Pembelajaran*. Ghalia Indonesia.
- Stauffer, B. (2020, March 19). *What Are 21st Century Skills?* [NGO]. Applied Educational System. <https://www.aeseducation.com/blog/what-are-21st-centuryskills>.
- [7] Stauffer, B. (2020, March 19). *What Are 21st Century Skills?* [NGO]. Applied Educational System. <https://www.aeseducation.com/blog/what-are-21st-centuryskills>.
- [8] Wright, G. B. (2011). Student-centered learning in higher education. *International Journal of Teaching and Learning in Higher Education*, 23(1), 92–97.

PENGEMBANGAN MODUL BERBASIS *PROBLEM BASED LEARNING* (PBL) PADA MATERI HUKUM DASAR KIMIA DAN STOIKIOMETRI

Sirry Alvina¹, Mellyzar^{*2}, Siti Asnina Julianti Br. Hutagaol³

^{1,2,3}*Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Malikussaleh, Jl. Cot Teungku Nie, Aceh Utara, Indonesia*
e-mail: mellyzar@unimal.ac.id

ABSTRAK

Penelitian pengembangan (*Research and Development*) yang dilaksanakan di SMAN 2 Lhokseumawe ini bertujuan untuk menghasilkan bahan ajar berbentuk modul berbasis *Problem Based Learning* (PBL) yang memiliki kriteria valid dengan respon yang baik dalam pembelajaran pada materi hukum dasar kimia dan stoikiometri. Proses pengembangannya menggunakan model 4-D. Teknik pengumpulan data dilakukan dengan memberikan angket kepada tim validator, guru dan peserta didik. Kevalidan modul kimia terdiri dari kevalidan media dan materi masing-masing sebesar 95,83% dan 89,30% dengan kategori sangat valid. Berdasarkan hasil angket respon 5 orang guru mata pelajaran kimia dan 60 siswa masing-masing sebesar sebesar 92,50% dan 83,35% dengan kategori sangat baik. Data diatas dapat disimpulkan bahwa hasil penelitian pengembangan modul berbasis PBL dapat dinyatakan valid, dan responnya baik.

Kata kunci : modul, *Problem Based Learning* (PBL), hukum dasar kimia dan stoikiometri

ABSTRACT

Research and Development conducted at SMAN 2 Lhokseumawe was aimed to produce teaching materials in the form of Problem Based Learning (PBL) modules that have valid, feasible, and good response criteria while learning the basic chemistry law and stoichiometry materials. The development process used a 4-D model. The data collection techniques were carried out by giving questionnaires to the validator team, teachers and students. The validity of the chemistry module consists of media and material validity which are 95.83% and 89.30%, respectively, and are included within very valid categories. Based on the results of the questionnaire responses, 5 chemistry teachers and 60 students had a result of 92.50% and 83.35% respectively, and are included within very good categories. From the data above, it can be concluded that the results of the PBL-based module development research can be declared as valid, feasible and has good response

Keyword: *module, Problem Based Learning (PBL), basic law of chemistry and stoichiometry*

PENDAHULUAN

Pembelajaran yang hanya berpusat kepada guru, kurang sesuai dengan kurikulum 2013 yang menuntut peserta didik untuk lebih aktif dan lebih mandiri dalam proses pembelajaran [1]. Kurikulum 2013 menuntut peserta didik agar lebih aktif dalam proses pembelajaran (*Student Center*) dan memiliki kemampuan berpikir tingkat tinggi atau *High Order Thinking Skill* (HOTS)[2]. Salah satu bahan ajar yang dapat digunakan dalam menunjang keberhasilan proses pembelajaran adalah modul. Modul adalah bahan pembelajaran berbentuk cetak, yang berfungsi sebagai media belajar

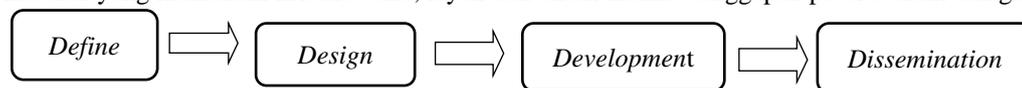
mandiri dan isinya merupakan satu unit materi pembelajaran [3]. Pembelajaran yang menggunakan modul dapat meningkatkan pemahaman konsep serta meningkatkan minat belajar peserta didik [4].

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara di SMA Negeri 2 Lhokseumawe bersama guru mata pelajaran kimia diketahui nilai UN di sekolah tersebut rata-rata adalah 33,28 persen. Berikutnya, terhadap petugas perpustakaan sekolah dan beberapa peserta didik khususnya kelas X IPA juga mengatakan bahwa kurangnya bahan ajar yang digunakan oleh peserta didik. Bahan ajar yang dipakai hanya berupa buku paket yang didapat dari Departemen Pendidikan Nasional (Depdiknas) yang hanya boleh dipinjamkan kepada peserta didik melalui prosedur dan tidak diperbolehkan membawa pulang buku tersebut atau dijadikan hak milik, hal ini kemungkinan besar terjadi di sekolah lainnya. Kurangnya buku ajar tersebut membuat peserta didik masih sering mencatat materi, hal ini mengakibatkan peserta didik masih bergantung kepada guru (*teacher center*) sehingga peserta didik belum terbiasa untuk belajar secara mandiri.

Penggunaan modul sebagai media yang dapat menambah motivasi belajar peserta didik sehingga perhatian peserta didik terhadap materi dapat lebih meningkat. Pernyataan ini dipertegas oleh [5] yang mengatakan bahwa bahan ajar mampu memotivasi dan mengantisipasi kesukaran belajar peserta didik karena bahan ajar mempunyai struktur dan urutan yang sistematis sehingga peserta didik dapat belajar mandiri. Berdasarkan uraian di atas, peneliti tertarik melakukan penelitian dengan judul “Pengembangan Modul Berbasis *Problem Based Learning* (PBL) pada Materi Hukum Dasar Kimia dan Stoikiometri”. Modul kimia berbasis PBL dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan peserta didik sebagai salah satu sumber belajar mandiri dan diharapkan dapat memacu peserta didik dalam memahami materi hukum dasar kimia dan stoikiometri.

METODE

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian pengembangan (*Research and Development*) yang dikembangkan oleh Thiagarajan (1970), yang terdiri dari 4 tahapan, yaitu 1) *define* (pendefinisian), 2) *design* (perancangan), 3) *development* (pengembangan), dan 4) *dissemination* (penyebaran) dengan tujuan untuk menghasilkan produk pembelajaran berupa modul berbasis masalah yang memenuhi kriteria valid, layak dan untuk melihat tanggapan peserta didik dan guru.



Gambar Langkah-langkah Penelitian dan Pengembangan

Subjek pada penelitian ini terdiri dari 5 orang guru kimia dan 60 orang peserta didik yang dipilih dengan cara *purposive sampling* di SMA Negeri 2 Lhokseumawe dan yang menjadi objek pada penelitian ini adalah bahan ajar dalam bentuk modul berbasis masalah pada materi hukum dasar kimia dan stoikiometri.

Teknik pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini meliputi, a) uji validasi yang dilakukan oleh para ahli dalam menilai desain modul dan kelayakan materi. dan b) uji responden dilakukan dengan cara pemberian angket kepada guru dan peserta didik untuk melihat tanggapan terhadap modul yang dikembangkan oleh peneliti.

Teknik analisa data yang digunakan untuk mengolah data hasil pengembangan diantaranya, a) data uji validasi diberikan oleh ahli media dan ahli materi yang tujuannya untuk melihat tingkat kevalidan modul dan b) uji responden yang dilakukan oleh guru dan peserta didik untuk melihat respon terhadap modul yang dikembangkan oleh peneliti. Semua diberikan dalam bentuk angket dengan menggunakan skala likert dengan rentang 1 sampai dengan 4.

Tabel 1 Pedoman Skala *Likert*

| Alternatif jawaban | Skor |
|---------------------------|------|
| Sangat Setuju (SS) | 4 |
| Setuju (ST) | 3 |
| Tidak Setuju (TS) | 2 |
| Sangat Tidak Setuju (STS) | 1 |

(Sumber: Sugiyono, 2010:93)[6]

Skor yang diperoleh dari seluruh aspek yang dinilai kemudian diubah dalam bentuk presentase dengan rumus sebagai berikut

$$\text{Nilai Persentase (\%)} = \frac{\text{total skor}}{\text{skor maksimum}} \times 100\%$$

Tabel 2 Kriteria Persentase Penilaian

| No | Rentang Skor (%) | Kriteria |
|----|------------------|-------------------------------|
| 1 | 76%-100% | Sangat Valid/Layak/Baik |
| 2 | 51%-75% | Valid/Layak/Baik |
| 3 | 26%-50% | Tidak Valid/Layak/Baik |
| 4 | 0%-25% | Sangat Tidak Valid/Layak/Baik |

(Diadaptasi dari Rahayu, 2018:251)[7]

HASIL

Tahap yang pertama yaitu *define*, pada tahap ini peneliti mengumpulkan data ataupun informasi dan juga menganalisis kebutuhan yang bertujuan untuk menetapkan permasalahan yang menjadi dasar penelitian serta mengkaji hal apa yang akan dijadikan sebagai solusinya. Analisis diawali dengan menganalisis kurikulum. pada tahap ini penelitian dilakukan berdasarkan adanya permasalahan yang didapat dari hasil observasi dan wawancara yang dilakukan di SMA Negeri 2 Lhokseumawe terhadap guru mata pelajaran, peserta didik, dan petugas sekolah.

Tahap kedua yaitu *design*, pada tahap ini peneliti melakukan pengembangan format produk berdasarkan perencanaan dan informasi yang didapat. Produk tersebut nantinya dinilai oleh validator ahli media dan ahli materi dengan mengisi angket. Penyajian data pada hasil pengembangan modul berbasis masalah pada materi hukum dasar kimia dan stoikiometri terdiri dari dua bagian yaitu deskripsi modul hasil pengembangan hasil validasi. Bagian pertama adalah deskripsi modul pengembangan Deskripsi modul pengembangan terdiri dari 3 bagian yaitu (a) bagian pra pendahuluan yang terdiri dari halaman muka (*cover*) yang memuat judul materi yaitu hukum dasar kimia dan stoikiometri, kata pengantar berisi kata ucapan syukur dan terima kasih, dan daftar isi berisi sub judul dan anak judul beserta halaman, (b) bagian pendahuluan berisi deskripsi modul atau gambaran tentang modul dan petunjuk penggunaan modul dan (c) bagian isi terdiri dari materi hukum dasar kimia dan stoikiometri dengan tahapan model *problem based learning* (PBL) yang dilengkapi dengan bagian refleksi agar peserta didik bisa mengingat kembali yang telah mereka pelajari dan berisi uji kompetensi untuk mereka mengevaluasi diri tentang sejauh mana pemahaman mereka, glosarium yang berisi tentang pengertian dan kunci jawaban sebagai indikator merela dalam melakukan penilaian diri.

Pada tahap ketiga yaitu *development*, pada tahap ini peneliti mengembangkan produk berdasarkan hasil validasi pengembangan modul yang divalidkan oleh dua validator yaitu validator ahli media dan validator ahli materi. Berdasarkan validasi ahli media, hasil kesimpulan yang dinilai dari beberapa indikator diantaranya ukuran modul, desain sampul modul (*cover*), dan desain isi modul. Proses validasi tersebut diperoleh komentar dan saran diantaranya: 1) bacaan nama penulis dan nama dosen diperkecil, 2) ukuran header dan footer diperkecil, 3) spasi 1,5 di ubah menjadi 1,15, 4) gambar ahli beserta keterangannya diubah, 5) animasinya diedit agar kelihatan lebih nyata dengan modul, dan 6) marginnya diubah menjadi kiri kanan atas bawah berturut-turut menjadi 2,2,2,2.

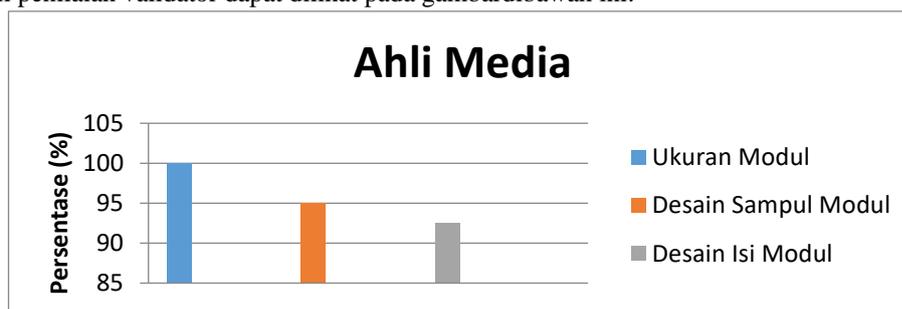
1. Hasil Validasi Ahli Media

Modul yang akan dikembangkan oleh peneliti yaitu modul kimia berbasis *Problem Based Learning* (PBL) yang artinya penyusunan modul sesuai dengan sintak PBL tersebut. Modul ini diharapkan dapat membantu peserta didik dalam proses pembelajaran secara individu maupun di sekolah. Materi hukum dasar kimia dan stoikiometri dipilih karena materi tersebut adalah materi yang konsepnya mempunyai banyak rumus yang harus diingat seperti konsep mol, molaritas, persamaan reaksi kimia dan peraksi pembatas [8]. Materi stoikiometri adalah materi dasar yang harus dipahami oleh peserta didik untuk mempelajari materi kimia lainnya [9]. Validasi modul dalam penelitian ini diperoleh dari seorang dosen ahli kimia dengan tujuan mendapatkan informasi, arahan, bimbingan, kritik dan saran [10]

Tabel 3 Hasil Validasi Ahli Media

| No. | Aspek Penilaian | Persentase (%) | Kategori |
|----------------------------|-------------------------------|----------------|--------------|
| 1 | Ukuran Modul | 100 | Sangat Valid |
| 2 | Desain Sampul Modul (Cover) | 95,00 | Sangat Valid |
| 3 | Desain Isi Modul | 92,50 | Sangat Valid |
| Rata-Rata Persentase Total | | 95,83 | Sangat Valid |

Rata-rata persentase dari validator menunjukkan kategori “Sangat Valid”, bentuk diagram dari hasil penilaian validator dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar Rata-Rata Nilai Persentasi Ahli Media

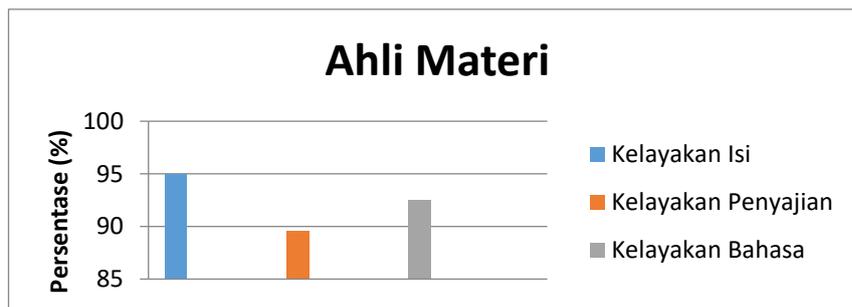
2. Hasil Validasi Ahli Materi

Validasi modul dalam penelitian ini diperoleh dari seorang dosen ahli kimia dengan tujuan mendapatkan informasi, arahan, bimbingan, kritik dan saran.

Tabel 4 Hasil Validasi Ahli Materi

| No. | Aspek Penilaian | Persentase (%) | Kategori |
|----------------------------|---------------------|----------------|--------------|
| 1 | Kelayakan Isi | 95,00 | Sangat Valid |
| 2 | Kelayakan Penyajian | 89,58 | Sangat Valid |
| 3 | Kelayakan Bahasa | 83,33 | Sangat Valid |
| Rata-Rata Persentase Total | | 89,30 | Sangat Valid |

Rata-rata persentase dari validator menunjukkan kategori “Sangat Valid”, bentuk diagram dari hasil penilaian validator dapat dilihat pada gambar.

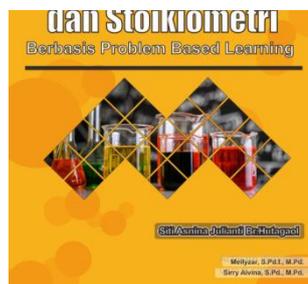


Gambar 1 Rata-Rata Nilai Persentasi Ahli Materi

Berdasarkan validasi ahli materi, hasil kesimpulan dinilai dari beberapa aspek diantaranya aspek kelayakan isi, kelayakan penyajian dan kelayakan bahasa. Proses validasi ini diperoleh beberapa komentar dan saran diantaranya: 1) ada beberapa soal yang harus diganti, 2) typo dalam penulisan harus lebih diperhatikan, 3) kunci jawaban pada setiap evaluasi digabungkan pada lembaran kunci jawaban keseluruhan dan hanya dibuat jawaban akhir saja, tidak perlu memakai penjelasan dan 4) penggunaan warna pada editing harus lebih diperhatikan agar tidak mengganggu penulisan. Persentase nilai yang diperoleh berturut-turut tiap indikator adalah 95%, 89,58% dan 83,33% yang didapatkan persentase totalnya sebanyak 85,3% yang dikategorikan “Sangat Valid”.

Tabel 5 Modul Sebelum dan Sesudah Revisi

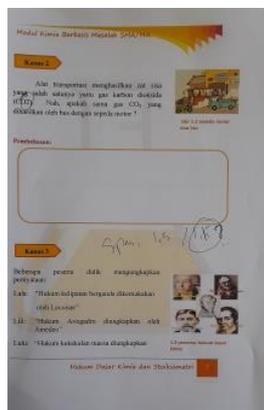
| No | Sebelum Revisi | Sesudah Revisi |
|----|--|--|
| 1. | Font nama penulis dan nama dosen terlihat terlalu besar. | Font nama penulis dan nama dosen yang sudah diperkecil |



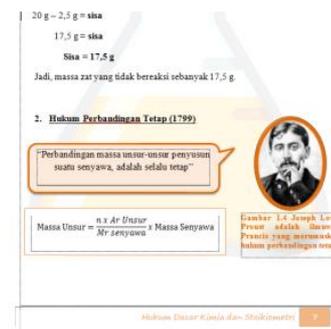
2. Ukuran header dan footer di perkecil agar lebih banyak ruang untuk isi tulisan Ukuran header dan footer setelah direvisi



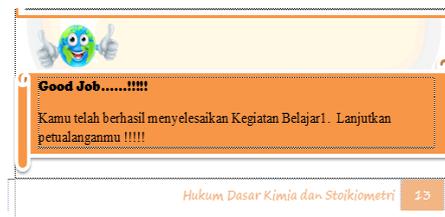
3. Spasi 1,5 diubah menjadi 1,15 Spasi yang telash diubah menjadi 1,15



4. Gambar “ahli beserta keterangannya” diubah agar lebih kelihatan rapi Gambar “ahli beserta keterangannya” setelah diubah



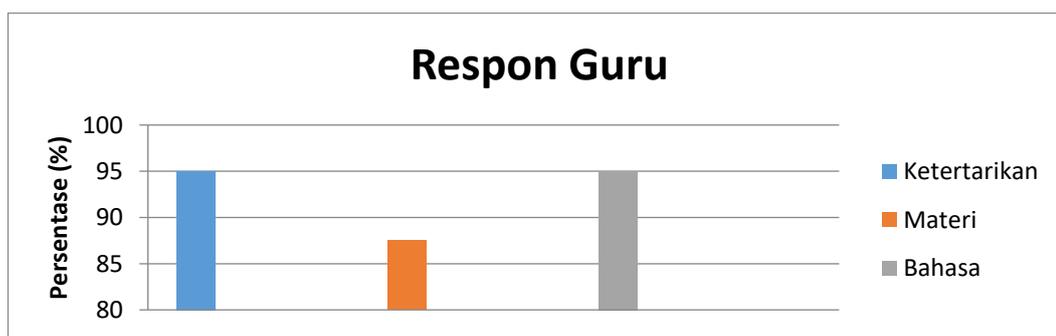
5. Animasi yang masih kelihatan tidak menyatu dengan modul Animasi yang telah direvisi sehingga kelihatan menyatu dengan modul



3. Respon Guru
 Modul ini diberikan kepada guru untuk diuji respon dengan indikator diantaranya ketertarikan, materi dan bahasa.

Tabel 6 Respon Guru terhadap Modul

| No. | Indikator Penilaian | Persentase (%) | Kategori |
|--------------|---------------------|----------------|-------------|
| 1 | Ketertarikan | 95,00 | Sangat Baik |
| 2 | Materi | 87,50 | Sangat Baik |
| 3 | Bahasa | 95,00 | Sangat Baik |
| Rerata Total | | 92,50 | Sangat Baik |



Gambar 2 Perolehan Persentase (%) Respon Guru

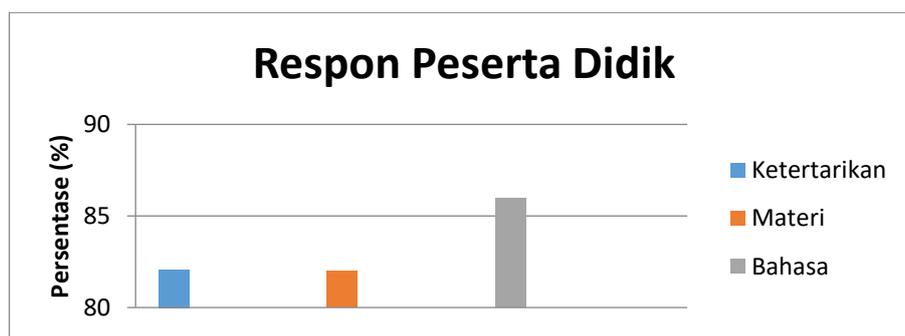
Hasil penilaian guru terhadap kelayakan modul yang dikembangkan oleh peneliti memperoleh nilai persentase total sebanyak 94% dengan kategori “Sangat Layak”. Persentase skor yang diperoleh berdasarkan tiap aspek berturut-turut yaitu 97,5%, 95%, 92% dan 92%. Berdasarkan respon guru, hasil kesimpulan datanya dapat dilihat pada tabel 4.4 yang dinilai dari beberapa indikator diantaranya ketertarikan, materi dan bahasa. Hasil penilaian respon guru terhadap modul yang dikembangkan oleh peneliti memperoleh nilai persentase total sebanyak 92,5% dengan kategori “Sangat Baik”. Persentase skor yang diperoleh berdasarkan tiap aspek berturut-turut 95%, 87,5%, dan 95%.

4. Respon Peserta Didik

Pengujian respon peserta didik terdiri dari beberapa aspek yang diantaranya, ketertarikan, materi, dan bahasa.

Tabel 7 Respon Peserta Didik terhadap Modul

| No. | Aspek Penilaian | Persentase(%) | Kategori |
|----------------------------|-----------------|---------------|-------------|
| 1 | Ketertarikan | 82,08 | Sangat Baik |
| 2 | Materi | 82,00 | Sangat Baik |
| 3 | Bahasa | 85,97 | Sangat Baik |
| Rata-Rata Persentase Total | | 83,35 | Sangat Baik |



Gambar 3 Perolehan Persentase (%) Respon Peserta Didik.

Hasil penilaian respon peserta didik terhadap modul yang dikembangkan oleh peneliti memperoleh nilai persentase total sebanyak 83,35% dengan kategori “Sangat Baik”. Persentase skor yang diperoleh berdasarkan tiap aspek berturut-turut 82,08%, 82%, dan 85,97%. Tahap terakhir yaitu (5) revisi produk, pada tahap ini adalah langkah akhir yang dilakukan oleh peneliti dalam penelitiannya, dimana pada tahap ini merupakan langkah revisi modul berdasarkan penilaian dan masukan yang diberikan dari subjek uji coba awal, yaitu guru yang menilai uji kevalidan dan guru beserta peserta didik untuk melihat tanggapan terhadap modul yang dikembangkan oleh peneliti. Setelah dilakukannya penelitian, maka didapatkan beberapa saran dari guru yaitu agar peneliti dapat melanjutkan pengembangan modul pada materi kimia lainnya dengan tujuan agar peserta didik menjadi tertarik belajar kimia.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Modul kimia berbasis Problem Based Learning (PBL) pada materi hukum dasar kimia dan stoikiometri diperoleh dari ahli media sebesar 95,83% dengan kategori “Sangat Valid”, dan ahli materi sebesar 89,30% dengan kategori “Sangat Valid”.
2. Respon guru terhadap modul diperoleh persentase rerata totalnya sebesar 92,50% yang dikategorikan “Sangat Baik”, dan persentase total respon yang diperoleh dari 60 orang peserta didik kelas X di SMA Negeri 2 Lhokseumawe sebesar 83,35% dengan kategori “Sangat Baik”.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Marsri, Restu, “Pengembangan Modul Perhitungan Kimia Berbasis Konstruktivisme di Kelas X SMA Negeri 1 Tanjung Batu,”. Jurnal Penelitian Pendidikan Kimia, Vol. 2, No. 2, pp. 134-143. 2015.

- [2] Perifita dan Iryani, “Uji Validitas Modul Hukum Dasar Kimia dan Stoikiometri Berbasis Inkuiri Terbimbing”. *EduKimia Journal*, Vol. 1, No. 3, pp. 1-8, 2019
- [3] Sunaringtyas dkk, “Pengembangan Modul Kimia Berbasis Masalah pada Materi Konsep Mol Kelas X SMA/MA Sesuai Kurikulum 2013”, *Jurnal Inkuiri*, Vol. 4, No.2, pp. 36-46. 2015
- [4] Aprelianda, Nola dkk, “Pengembangan Modul Stoikiometri Berbasis *Guided Discovery Learning* untuk Kelas X SMA/MA”. *Journal of Multidisciplinary Reseaech and Development*, Vol. 1, No. 4, pp. 1129-1138, 2019.
- [5] Listriani dkk, “Pengembangan Bahan Ajar Kimia Materi Stoikiometri Kelas X Berbasis Masalah Di SMA N 3 Palembang,“ *Jurnal Penelitian Pendidikan*, Vol. 4, No. 1, pp. 52-61, 2017.
- [6] Sugiyono, 2010, *Metode Penlitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*, Bndung: Alfabeta.
- [7] Rahayu, Dewi, “Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis Pemecahan MasalahMateri Bangun Datar”, *JPGSD*, Vol. 6, No.3, pp. 249-259, 2018.
- [8] Simbolon, “Perkembangan Modul Pembelajaran Interaktif dengan Menggunakan Pembelajaran Berbasis Masalah untuk Meningkatkan Prestasi Siswa dalam Pengajaran Stoikiometri,” *Prosiding Semirata 2015 Bidang MIPA BKS-PTN Barat*, Universitas Tanjung Pura: Pontianak, 2015.
- [9] Maghfiroh, dkk, “Identifikasi Tingkat Pemahaman Konsep Stoikiometri pada Perekasi Pembatas dalam Jenis-Jenis Reaksi Kimia Sisa Kelas X MIA SMA Negeri 4 Malang”, *Jurnal Pembelajaran Kimia*, Vol. 1, No.2, pp. 32-37, 2016.
- [10] Mellyzar, “Persepsi Guru dan Siswa Terhadap Modul Kimia Berbasis Inkuiri Terbimbing Pada Materi Reaksi Redoks dan Tatanama Senyawa,” *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Sains Indonesia (JPPSI)*, vol. 4, no. 1, pp.81-89, 2021.

INOVASI PENGEMBANGAN PEMBELAJARAN FISIKA PADA ERA REVOLUSI 4.0 UNTUK Mendukung PROGRAM KAMPUS MERDEKA BELAJAR DI INDONESIA

Mutiara Maulani, Maison & Dwi Agus Kurniawan
Pendidikan Fisika, FKIP Universitas Jambi
Email : maulaniyepo@gamil.com

ABSTRAK

Abstrak : Revolusi industri 4.0 menjadi tantangan berat tersendiri bagi bidang-bidang ilmu pendidikan untuk dapat menciptakan lulusan yang memiliki kompetensi yang dibutuhkan saat di dunia kerja. Istilah revolusi industri 4.0 mendorong adanya sebutan revolusi pendidikan 4.0 yang mengaplikasikan kemajuan teknologi pada kegiatan pembelajaran. Sebagai hasil dari perkembangan yang terjadi dan merupakan hasil kolaborasi berbagai cabang ilmu pengetahuan, tentunya sistem pembelajaran fisika ditingkat pendidikan perlu diintegrasikan dengan bidang ilmu lain. Artikel ini membahas tentang inovasi yang dilakukan dalam pembelajaran fisika dengan memanfaatkan perkembangan teknologi yang ada saat ini. Inovasi yang dilakukan untuk mencapai tujuan pembelajaran dalam pendidikan fisika.

Kata kunci : Revolusi Industri 4.0, Pembelajaran Fisika, Teknologi

ABSTRACT

Abstract : The industrial revolution 4.0 is a serious challenge for the fields of education to be able to create graduates who have the competencies needed in the world of work. The term industrial revolution 4.0 encourages the term educational revolution 4.0 which applies technological advances to learning activities. As a result of the developments that occur and are the result of collaboration between various branches of science, of course the physics learning system at the education level needs to be integrated with other fields of science. This article discusses the innovations made in physics education learning to take advantage of current technological developments. Innovations made to achieve learning objectives in physics education.

Keywords: *Industrial Revolution 4.0, Learning Physics, Technology*

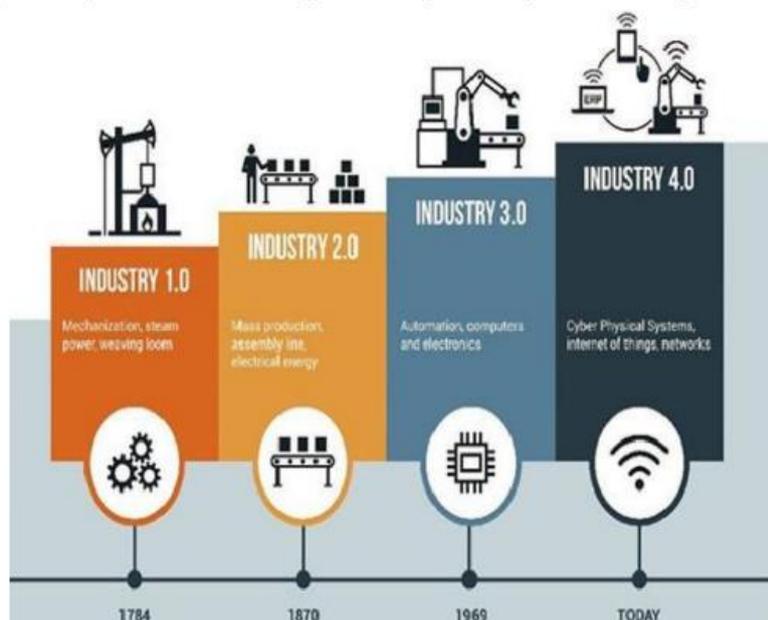
PENDAHULUAN

Revolusi berarti perubahan yang bersifat sangat cepat sedangkan pengertian industri adalah usaha suatu perubahan yang berlangsung cepat dalam pelaksanaan proses produksi. Revolusi industri adalah suatu perubahan yang berlangsung cepat dalam pelaksanaan proses produksi dimana yang semula pekerjaan produksi itu dikerjakan oleh manusia digantikan oleh mesin, sedangkan barang yang di produksi mempunyai nilai tambah (*value added*) yang komersial^[1].

Istilah revolusi industri diperkenalkan oleh Friedrich Engels dan Louis-Auguste Blanqui dipertengahan abad ke-19. Revolusi industri ini pun sedang berjalan dari masa ke masa. Dekade terakhir ini sudah dapat disebut memasuki fase ke empat 4.0. Perubahan dari fase ke fase memberi perbedaan artikulatif pada sisi kegunaannya. Fase pertama (1.0) bertempuh pada penemuan mesin

yang menitikberatkan (*stressing*) pada mekanisasi produksi. Pada fase kedua (2.0) sudah beranjak pada etape produksi massal yang terintegrasi dengan *quality control* dan standarisasi. Fase ketiga (3.0) memasuki tahapan keseragaman secara massal yang bertumpu pada integrasi komputerisasi. Fase ke empat (4.0) telah menghadirkan digitalisasi dan otomatisasi perpaduan internet dengan manufaktur^[1].

Gambar 1 perkembangan era Revolusi Industri^[2].



Pendidikan 4.0 merupakan cara untuk melengkapi fenomena integrasi digital dalam kehidupan sehari-hari di mana manusia dan mesin berinteraksi untuk memecahkan masalah dan menemukan teori inovasi baru. Dalam pendidikan 4.0, akses informasi tidak terbatas ruang dan waktu serta proses belajar mengajar telah menjadi dinamis. Masa depan pendidikan 4.0 dapat mengubah pemanfaatan informasi dengan cara yang praktis dan berbasis digital. Untuk mengatasi kebutuhan revolusi industri 4.0 dalam pendidikan, lembaga pendidikan harus terus mengintegrasikan metode inovatif untuk meningkatkan proses belajar mengajar^[3].

ANALISIS PEMECAHAN MASALAH

Pada era Revolusi Industri sekarang yaitu era Revolusi Industri 4.0, muncul berbagai macam permasalahan terutama permasalahan pada proses pembelajaran pada bidang pendidikan. Sebagaimana yang kita ketahui pada masa pandemi covid-19 ini pemerintah Indonesia mengeluarkan kebijakan bahwa untuk proses pembelajaran dilaksanakan secara daring (online) dari rumah masing-masing. Dengan adanya kebijakan ini kita sebagai tenaga pendidik harus bisa melakukan berbagai macam inovasi untuk proses pembelajaran yang akan dilakukan secara online yaitu dengan memanfaatkan kecanggihan teknologi yang ada dengan tujuan agar materi yang disampaikan bisa tersampaikan dengan baik kepada siswa yang kita ajar. Salah satu inovasi yang dapat dilakukan dalam pembelajaran dengan cara virtual yaitu melalui Google Meet. Google Meet merupakan suatu aplikasi yang dapat diunduh dari gadget atau laptop yang biasanya digunakan sebagai tempat untuk belajar, diskusi atau rapat secara online.

Pendidikan Fisika Pada Era Revolusi Industri 4.0

Pendidikan fisika di era pembelajaran konvensional masih bersifat *teacher-oriented learning*, sesi tanya jawab singkat di akhir pembelajaran dengan pemberian pekerjaan rumah; serta menghadapi ujian akhir dengan pola masalah yang sama di setiap semesternya. Sehingga para pendidik di bidang sains diharapkan untuk dapat mengembangkan pendidikan fisika menjadi lebih

efektif dan relevan sesuai dengan tuntutan kebutuhan global. Dengan adanya kemajuan di bidang teknologi, media-media pembelajaran dan sumber belajar terus mengalami inovasi, sehingga mendorong siswa untuk dapat belajar secara mandiri dan mampu menyelesaikan masalah yang bersifat abstrak dengan pendekatan ilmiah. Peserta didik diharapkan berhasil dalam menghadapi lingkungan kerja yang semakin mengglobal, terotomatisasi, tervirtualisasi, berjejaring dan fleksibel menyebabkan keterampilan yang dibutuhkan bukan hanya sekedar pengetahuan kognitif belaka, melainkan kemampuan berpikir secara non-linear, keterampilan sosial dan antar budaya, manajemen diri, dan kompetensi diri [3].

Efektivitas Penggunaan Google Meet dalam Pembelajaran Daring (Online)

Google Meet merupakan salah satu desain produk dari Google Apps. Banyak sekali kelebihan dari aplikasi tersebut yang dapat digunakan pada saat pembelajaran daring. Aplikasi ini tidak memerlukan akses internet yang tinggi sehingga mudah digunakan dimana saja dan kapan saja. Selain itu Google Meet juga menyediakan fitur Video Call yang dapat dilakukan maksimal 250 orang aktif dan 100.000 orang yang ada dalam domain. Pada aplikasi google meet guru juga bisa menayangkan power point, word, dan video dalam proses pembelajaran sehingga siswa dapat memahami materi yang dipelajari. Dan jika siswa kurang paham dengan materi yang diajarkan siswa dapat bertanya langsung kepada guru saat google meet atau pembelajaran sedang berlangsung.

Google meet bisa menjadi suatu inovasi yang cocok dilakukan dalam pembelajaran selama masa pandemic covid-19 terutama untuk pembelajaran fisika. Guru bisa menayangkan video atau menjelaskan secara langsung dengan men share power point atau word yang berkaitan dengan materi yang sedang dipelajari. Untuk pembelajaran fisika sendiri, tentunya tidak hanya mempelajari tentang materi saja , selain materi juga ada praktikum. Untuk praktikum bagaimana caranya melakukan praktikum pada pembelajaran secara online ? Guru bisa memanfaatkan perkembangan teknologi lagi untuk melakukan inovasi atau pengembangan pembelajaran untuk praktikum online bisa menggunakan *PhET Simulation*.

Dengan menggunakan *PhET Simulation*, siswa akan bisa melakukan praktikum sendiri dari rumah masing masing. *PhET Simulation* dapat diakses di google dengan mengetik *PhET Simulation* pada pencarian maka akan muncul berbagai macam praktikum dan siswa tinggal memilih praktikum apa yang diperintahkan oleh guru. Pada hasil akhirnya dengan menggunakan *PhET Simulation* kita juga akan memperoleh data dari praktikum yang dilakukan. Sehingga dapat dimengerti oleh setiap siswa dalam melakukan praktikum mandiri di rumah masing masing.

Pemanfaatan kecanggihan teknologi diantaranya dengan menggunakan aplikasi google meet dan *PhET Simulation* dapat meningkatkan kemandirian, motivasi dan keterampilan abad 21 bagi siswa. Karena dalam penerapannya siswa melakukan praktikum secara mandiri, siswa juga termotivasi untuk terus mempelajari konsep fisika melalui aplikasi tersebut baik secara mandiri, browsing informasi, maupun berdiskusi dengan teman dan guru. Akan tetapi yang perlu menjadi catatan dalam pemanfaatan kecanggihan teknologi dalam pembelajaran yaitu perlunya pelatihan sebelum menerapkannya dalam pembelajaran dan penerapannya perlu disertakan modul praktikum dan bahan ajar.

SIMPULAN

Jadi, dari pembahasan diatas dapat disimpulkan bahwa untuk inovasi dalam mengembangkan pembelajaran pada saat ini tidak hanya bisa dilakukan dengan proses pembelajaran yang tatap muka saja tapi juga bisa dilakukan dengan proses pembelajaran yang dilakukan secara daring (online) dengan memanfaatkan kecanggihan teknologi yang ada di era Revolusi Industri 4.0 ini sehingga tujuan dari pembelajaran dapat tercapai walupun dilakukan secara daring. Diantara aplikasi yang bisa digunakan dalam pembelajaran daring ini adalah google meet untuk pembelajaran yang membahas materi dan untuk pembelajaran yang terdapat juga praktikumnya seperti pembelajaran fisika maka untuk praktikumnya bisa menggunakan *PhET Simulation*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Fonna, Nurdillanita. (2019). *Pengembangan Revolusi Industri 4.0 dalam Berbagai Bidang*. Guepedia : Medan.
- [2] Mumtaha & Khoiri. (2019). Analisis Dmapak Perkembangan Revolusi Industri 4.0 dan Society 5.0 pada Perilaku Masyarakat Ekonomi (E-Commerce). *PILAR TEKNOLOGI : Jurnal Ilmiah Ilmu Ilmu Teknik*. 4(2) : 55-60.
- [3] Wiyono, K & Zakiyah, S. (2019). Pendidikan Fisika pada Era Revolusi Industri 4.0 di Indonesia. *Seminar Nasional Pendidikan*. 1-14.

MENGEMBANGKAN KETERAMPILAN BELAJAR ABAD-21 PADA PEMBELAJARAN FISIKA UNTUK Mendukung PROGRAM KAMPUS MERDEKA

Nilan Fia Monica¹

Program Studi Pendidikan Fisika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jambi
monicanilanfia@gmail.com

ABSTRAK

Di Abad-21 ditandai dengan berkembangnya teknologi informasi yang sangat pesat. Abad-21 dengan perkembangan teknologi yang cukup pesat ini dengan memanfaatkan teknologi dalam proses pembelajaran. Pembelajaran Abad 21 fokus utamanya pada peserta didik untuk berpikir kritis, memecahkan masalah, berkomunikasi, berkolaborasi, berinovasi dan kreatif. Keterampilan juga dibutuhkan pada abad-21 ini dan termasuk pembelajaran Fisika salah satu pelajaran IPA yang tepat untuk menerapkan keterampilan belajar agar mudah beradaptasi dengan masyarakat modern. Dalam mengembangkan keterampilan belajar Abad-21 memerlukan model dan pendekatan yang sesuai.

Kata kunci : keterampilan Abad-21, kreatif, keterampilan

ABSTRACT

The 21st century is marked by the rapid development of information technology. The 21st century with the development of technology is quite rapid by utilizing technology in the learning process. 21st Century Learning focuses primarily on students to think critically, solve problems, communicate, collaborate, innovate and be creative. Skills are also needed in this 21st century and include Physics, one of the appropriate science subjects to apply learning skills to easily adapt to modern society. Developing 21st Century learning skills requires appropriate models and approaches.

Keyword: 21st Century skills, creative, skills

PENDAHULUAN

Abad 21 ditandai dengan awalnya abad globalisasi atau abad keterbukaan, yang artinya kehidupan masyarakat akan mengalami perubahan yang signifikan yang berbeda dari abad sebelumnya. Perubahan ini meliputi tata kehidupan yang berlaku di masyarakat, abad 21 mendorong masyarakat untuk terjun ke zaman yang erba modern. Abad 21 ini mendorong masyarakat untuk memperoleh sumber daya manusia yang berkualitas, yang dihasilkan oleh lembaga-lembaga dan menghasilkan unggulan yang sebelumnya dikelola secara profesional. Dalam abad 21 ini sudah berubah total baik masyarakat maupun dalam dunia pendidikannya. Abad 21 juga dikenal dengan masa pengetahuan, dalam zaman ini untuk memenuhi kebutuhan hidup harus memerlukan alternatif dalam berbagai konteks yang berbasis pengetahuan. Apalagi di abad 21 ini memerlukan pengetahuan yang disertai dengan keterampilan (Wijaya dkk, 2016:263-264)¹.

Pembelajaran abad 21 dituntut berbasis teknologi untuk meraih tuntutan tersebut hal ini dilakukan agar peserta didik terbiasa dengan kehidupan yang di abad 21 ini. Di abad 21 ini penguasaan teknologi yang disertai dengan sains adalah suatu keberhasilan yang mudah dicapai suatu bangsa dalam menghadapi tantangan global. Sains adalah bagian pendidikan yang mencolok bagi peserta didik untuk menguasai secara keseluruhan dan memperaktekannya dalam kehidupan

sehari-hari. Abad 21 adalah abad dengan perkembangan teknologi dan informasi yang sangat pesat yang disebut juga dengan abad globalisasi. Pembelajaran abad 21 ini mendorong peserta didik untuk bisa beradaptasi dengan masyarakat yang modern. Peralihan era ini membuat masyarakat untuk hidup di zaman globalisasi dengan kecanggihan yang dimiliki.

Pada abad 21 tidak hanya tentang pengetahuan tetapi harus di sertai dengan keterampilan. Keterampilan abad 21 ini dikenal dengan keterampilan 4C. yang pertama komunikasi, yaitu proses pertukaran bahasa yang berlangsung dalam dunia manusia. Yang kedua, kolaborasi yaitu pembelajaran kolaborasi yang melibatkan siswa dalam suatu kelompok untuk membangun pengetahuan dan mencapai tujuan bersama dalam belajar melalui interaksi social yang dibimbing oleh pendidik baik didalam maupun di luar kelas. Yang ketiga, berpikir kritis dan pemecahan masalah yaitu berpikir kritis suatu proses yang terarah dan jelas yang digunakan dalam kegiatan mental seperti pemecahan masalah, mengambil keputusan dan menganalisis. Berpikir kritis juga kemampuan untuk berpendapat dengan cara yang terorganisasi. Yang ke empat, kretaitvas dan inovasi, ide manusia yang bersifat inovatif, dan bisa dimengerti (septika, frasandy, 2018:108-111)².

Abad 21 ini merupakan pendidikan yang mengintegrasikan antara kecakapan pengetahuan, keterampilan, dan sikap, serta penguasaan terhadap teknologi informasi. Kecakapan itu dapat dikembangkan melalui berbagai model pembelajaran berbasis kativitas yang sesuai dengan karakteristik kompetensi dan materi pembelajaran. Keterampilan yang dibutuhkan yaitu keterampilan pengetahuan yang tinggi atau disebut juga dengan HOTS(Higher Order Thinking Skills) ketarmilan pengetahuan ini dibutuhkan bagi peserta didik dlam menghadapi tantangan global.Ciri abad 21 tersedianya informasi dimana saja dan kapan saja, adanya implementasi penggunaan mesin, mampu menjangkau segala pekerjaan rutin dan bisa dilakukan dari mana saja dan kapan saja. Manajemen pendidikan Indonesia sudah di temukan pergesaran pembangunan ke arah ICT sebagai strategi manajemen pendidikan abad 21 yang meliputi pengelolaan kelembagaan dan sumber daya manusia.

Pendidikan dapat menjadi salah satu factor untuk melihat maju atau tidaknya suatu bangsa. Pendidikan merupakan bentuk perwujudan kebudayaan manusia yang dinamis dan syarat dengan perkembangan. Dan pendidikan dituntut maju sesuai dengan perkembangan teknologi agar mampu mewujudkan tujuan pendidikan nasional. Pendidikan bertujuan untuk meningkatkan kualitas sumber daya manusia sehingga membentuk manusia yang berkarakter, berbudi luhur dan berakhak mulia (Murthaningrum dkk, 2013:288-289)³. Dan dalam Undang-Undang Dasar 1945 tujuan pendidikan yaitu mencerdaskan kehidupan bangsa, dan pemerintah wajib menyelenggarakan satu system pendidikan nasional.

Persiapan sumber daya manusia yang menguasai keterampilan pembelajaran abad 21 akan sangat mudah jika melalui jalur pendidikan. Serta perubahan kurikulum yang dilakukan pemerintah. Perubahan kurikulum itu memungkinkan karena berkembangnya tuntutan yang ada di masyarakat modern saat ini. Perubahan kurikulum di dunia pendidikan agar para peserta didik mampu melewati persaingan yang ketat sesuai dengan zamanya (Purwadhi,2019:104)⁴.

Fisika adalah ilmu yang mempelajari tentang kejadian-kejadian di alam. Pembelajaran fisika bertujuan untuk membekali peserta didik dengan pengetahuan, dan kemampuan untuk mengembangkan ilmu pengetahuan dan teknologi.pembelajaran fisika harus menekankan pada konsep yang berlandaskan hakikat IPA yang mneyangkut produk, proses, dan sikap ilmiah. Produk fisika yang baik sesuai dengan konsepnya yaitu teori, prinsip, hukum, dan lainnya yang harus dikuasai oleh peserta didik. Pembelajaran fisika disekolah secara umum menggunakan alat bantu untuk mempermudah penyampain materi. Alat bantu yang bisa dengan mudah mengungkapkan fakta dapat berupa gambar atau alat peraga (Sutarto, 2014)⁵.

Kurikulum merupakan inti dari proses pendidikan, sebab itu diantara bidang-bidang pendidikan yaitu, manajemen pendidikan, kurikulum dan layanan siswa, kurikulum merupakan bidang yang paling langsung berpengaruh terhadap hasil pendidikan. Dalam pengembangan kurikulum minimal dapat dibedakan antara desain kurikulum atau kurikulum tertulis dan imlementasi kurikulum atau kurikulum perbuatan (Nurdin, 2017:22)⁶. Penguasaan mata pelajaran bagi pendidik di abad 21 ini sangat penting. Hal ini dikarenakan pada masa ini peserta didik dituntut untuk mengembangkan keterampilan dan kreativitas, seperti *soft skill* dan *life skill*. Selain

penguasaan terhadap materi dan konsep pembelajaran di sekolah juga harus menguasai keterampilan abad 21 yang akan menunjang kehidupan di masa yang akan datang.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode pemecahan masalah yang di ambil dari berbagai literature. Pemecahan masalah ini tentang keterampilan abad ke 21 yang harus dikuasi peserta didik. Perkembangan Pada abad 21 ini menyangkut di segala kehidupan, yaitu bidang ekonomi, transportasi, teknologi, komunikasi, informasi, dan lain sebagainya. Perubahan yang amat pesat ini bisa diantisipasi yaitu dengan menguasai keterampilan belajar abad 21. Pada era modern ini perlu untuk semua kalangan terutama peserta didik yang akan menuju revolusi mendatang perlunya keterampilan tak hanya pengetahuan saja yang diutamakan, agar berhasil dalam melewati tantangan, permasalahan, kehidupan, di masa ini. Keterampilan abad ke 21 ini meliputi berpikir secara kritis, pemecahan masalah, kreativitas dan inovasi, komunikasi serta kolaborasi. Fisika adalah salah satu bagian IPA yang tepat untuk mengembangkan keterampilan abad 21 ini. Dalam ilmu fisika juga membahas teknologi yang dikembangkan. Pengembangan abad 21 ini harus dilakukan dengan sengaja oleh pengajar agar peserta didik terbias terlebih dahulu, baru setelahnya peserta didik akan menjadikan itu suatu kebiasaan yang akan terus bisa diulanginya. Upaya yang dapat dilakukan dalam mengembangkan keterampilan belajar abad 21 yaitu dengan dilakukan oleh pendidik secara langsung. Dengan pendidik memberikan masalah sederhana lalu peserta didik dapat memecahkan masalah dengan berkolaborasi dengan teman sebayanya, lalu peserta didik dapat mengumpulkan informasi dari berbagai sumber yang ada, selanjutnya peserta didik ditugaskan untuk menganalisis informasi yang didapatkan dari sini peserta didik dapat berpikir kritis, dan juga kreatif dalam bekerja sama dengan kelompok atau tim.

HASIL

Keterampilan belajar abad 21 ini meliputi pemecahan masalah dan berpikir kritis, komunikasi, kolaborasi dan kreatif. Kritis atau pemecahan masalah yaitu membantu peserta didik untuk menalar dengan situasi dan kondisi. Dalam berpikir kritis peserta didik mampu untuk menganalisis antar system yang terjadi. Komunikasi dan kolaborasi, berkomunikasi bisa secara tertulis, verbal, non verbal, dalam hal ini peserta didik mampu berpikir secara efektif dengan ide-idenya, dengan mendengarkan bisa lebih memahami makna, dan dengan berbagai macam media yang digunakan peserta didik dapat menilai dampaknya dalam berkomunikasi secara efektif. Berkolaborasi dengan orang lain peserta mampu bekerja dengan efektif, dapat menghargai anggota tim, dapat berkompromi dalam mencari jalan untuk memecahkan suatu masalah. Dalam berkolaborasi dapat membuat peserta memikul tanggung jawab atas amanah yang diberikan dalam pekerjaan kolaboratif dan menghargai kontribusi dalam tim. Dengan hal itu peserta didik mampu berpikir kreatif bagaimana cara memecahkan suatu masalah dengan menciptakan ide-ide yang baru bersama tim. Lalu peserta didik mampu mengimplementasikan inovasi dari ide-ide kreatif untuk sumbangan yang berguna dalam inovasi khususnya dalam bidang teknologi informasi tersebut.

Masyarakat yang hidup di era globalisasi ini dengan dipenuhi teknologi yang canggih dan informasi yang bisa di akses dimana saja dan kapan saja, hal ini dapat berubah pesat sesuai dengan berkembangnya zaman. Hal ini harus membuat masyarakat dunia beradaptasi terhadap perubahan yang terjadi.

Menjadi pelajar yang mandiri sudah diharuskan di dalam zaman ini. Pelajar yang mandiri harus menguasai keterampilan kurikulum, mempunyai inisiatif dalam belajar, komitmen dalam belajar, agar dapat mencapai kemajuan di masa depan. Model pembelajaran abad 21 berpusat pada peserta didik dalam perkembangan kurikulum yang meminta peserta didik untuk belajar mandiri, mencari informasi mandiri, memecahkan masalah sendiri, dan dapat menemukan hasil dari berbagai sumber yang ada. Dalam pembelajarn abad 21 ini yang paling tepat digunakan yaitu pendekatan saintifik. Dalam kondisi ini peserta didik mampu mengembangkan keterampilan belajar berpikir kritis, dan memecahkan masalah, kreatifitas dan inovasi, berkomunikasi dan berkolaborasi yaitu Keterampilan abad 21. Pengetahuan juga harus dikuasai peserta didik, juga

beradaptasi dengan berbagai perubahan, inisiatif, pengarahannya diri, keterampilan social juga harus ada dalam peserta didik.

Model pembelajaran yang tepat dalam penelitian ini yaitu *problem based learning*(PBL) yaitu pembelajaran yang dipusatkan pada siswa dengan pemecahan masalah. Hal ini sesuai dengan keterampilan belajar abad 21. Pada model PBL peserta didik dituntut untuk memecahkan masalah yang sudah diberikan.

Upaya yang dapat dilakukan dalam mengembangkan keterampilan belajar abad 21 yaitu dengan dilakukan oleh pendidik secara langsung dengan terencana dan sistematis. Keterampilan abad 21 di peroleh dari pengalaman yang dihadapi, untuk pendidik dapat melatih peserta didik dalam keterampilan belajar abad 21 ini. Dengan pendidik memberikan masalah sederhana lalu peserta didik dapat memecahkan masalah dengan berkolaborasi dengan teman sebayanya hal ini membantu peserta didik bekerja dengan tim/kolaborasi, selanjutnya membimbing peserta didik untuk menghasilkan pertanyaan tentang hipotesis untuk mengembangkan peserta didik berpikir kritis dan kreatif. Lalu peserta didik dapat mengumpulkan informasi dari berbagai sumber yang ada, seperti Koran, tv, jurnal penelitian, internet, dari ahli dan lain-lain, dalam hal ini peserta didik diminta untuk mengakses, mengevaluasi, memilih dan menggunakan informasi yang ada untuk memecahkan masalah. Selanjutnya peserta didik ditugaskan untuk menganalisis informasi yang didapatkan, dari sini peserta didik dapat berpikir kritis, dan juga kreatif dalam bekerja sama dengan kelompok atau tim juga bisa berkomunikasi menyampaikan pendapat. Dalam memecahkan masalah pendidik dapat memberikan arahan pada peserta didik untuk menggunakan teknologi, hal ini dapat membantu peserta didik mengembangkan literasi teknologi, informasi dan juga berkomunikasi.

Pada tahap selanjutnya dapat menggabungkan pembelajaran luring dan juga daring. Dalam pembelajaran luring dapat menggunakan pendekatan saintifik yang sesuai. Dalam pembelajaran daring dapat menggunakan *google classroom*, *edmodo*, *zoom* dan lain-lain, hal ini dapat membantu peserta didik mengakses teknologi dimanapun dan kapanpun. Untuk penilainnya semua aktifitas dilakukan peserta didik lalu penilainnya dilakukan oleh pendidik.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan melalui pemecahan masalah. Abad 21 memiliki keterampilan belajar yang harus dikuasai di semua bidang. Definisi dari abad 21 memiliki prinsip yang hampir sama di semua bidang. Keterampilan itu berpikir kritis, pemecahan masalah, kreativitas dan inovasi, kolaborasi dan komunikasi. Untuk menghadapi zaman modern dan tantangan pada era globalisasi ini. Penguasaan keterampilan ini dapat dilakukan oleh pendidik dengan melakukan perubahan proses pembelajaran. Pada pembelajaran fisika lebih tepat digunakan di bidang teknologi. Reformasi keterampilan ini sesuai dengan pendekatan saintifik dan model pembelajaran masalah atau *problem based learning* yang sesuai dengan penetapan kurikulum sekarang yang mengharuskan peserta didik untuk belajar mandiri, hal ini lah yang merupakan jawaban bagaimana mengembangkan keterampilan belajar abad 21 ini. Beberapa upaya perlu dilakukan karena peserta didik mendapatkan keterampilan ini dari pengalaman proses belajar sebab keterampilan ini tidak di bawa dari lahir.

DAFTAR PUSTAKA

[3] Murtiningrum Tri dkk, “pembelajaran kimia dengan problem solving menggunakan media e-learning dan komik ditinjau dari kemampuan berpikir abstrak dan kreativitas siswa,” jurnal inkuiri, vol.2, no. 3, pp. 288-289, 2013.

[6] Nurdin Syafruddin, “pengembangan kurikulum dan rencana pembelajaran semester(RPS) berbasis KKNi di perguruan tinggi,” jurnal al-fikrah, vol. V, no. 1, pp. 22, 2017.

[4] Purwadhi, “pengembangan kurikulum dalam pembelajaran abad XXI,” jurnal Indonesia untuk kajian pendidikan, vol. 4, 2, pp. 104, 2019.

[2] Septikasari Resti dan Frasandy Rendy Nugraha, “keterampilan 4C abad 21 dalam pembelajaran pendidikan dasar”, jurnal tarbiyah Al-awlad, vol. VIII, no. 02, pp. 108-111, 2018.

[5] Susarto dkk, “ media video dalam pembelajaran fisika di SMA,” jurnal pembelajaran fisika, ISSN 2301-9794.

[1] Wijaya Etistika Yuni dkk, “Transformasi pendidikan abad 21 sebagai tuntutan pengembangan sumber daya manusia di era global,” prosiding seminar nasional pendidikan matematika, vol. 1, pp, 263-264, 2016.

PENGGUNAAN TEKNOLOGI SEBAGAI INOVASI MEDIA PADA PEMBELAJARAN FISIKA DI ERA PERSAINGAN INDUSTRI UNTUK Mendukung PROGRAM KAMPUS Mengajar

Rini Simamora
Universitas Jambi
Rinievin.24@gmail.com

ABSTRAK

Pesatnya kemajuan teknologi informasi, komunikasi dan semakin kompleksnya tantangan masa depan menandai era baru yang disebut dengan era revolusi industri 4.0. Pada era ini, teknologi informasi telah menjadi basis dalam kehidupan salah satunya dalam bidang sains. topik ini diangkat dengan maksud untuk mengetahui apakah penggunaan teknologi sebagai inovasi media dalam pembelajaran dapat mendukung konsep merdeka belajar- kampus merdeka yaitu kampus mengajar di era revolusi industri 4.0 yang akan dihadapi oleh mahasiswa, serta alasan mengapa mahasiswa harus menggunakan teknologi sebagai media belajar pada pembelajaran fisika dengan mengaitkan konsep kampus merdeka. Penelitian ini termasuk non riset karena berupa penelitian studi pustaka yang terdiri dari persiapan, pengumpulan informasi, dan pengolahan informasi yang diperoleh dari buku, jurnal, internet serta sumber informasi lainnya. Berdasarkan informasi yang diperoleh dari penelitian yang dilakukan oleh peneliti terdahulu, penggunaan teknologi sebagai inovasi media dalam pembelajaran fisika merupakan salah satu pilihan yang tepat di era persaingan industri untuk mendukung program kampus mengajar, dengan mempertimbangkan beberapa hal yaitu manfaat yang diperoleh. Dalam menghadapi era persaingan industri, keterampilan teknis yang paling dibutuhkan oleh mahasiswa adalah keterampilan penerapan dan penggunaan teknologi; keterampilan memahami proses digitalisasi; keterampilan merancang; keterampilan menggunakan Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK); serta keterampilan analisis dan pemrosesan data.

Kata kunci : industri 4.0, pembelajaran fisika, inovasi media

ABSTRACT

The rapid advancement of information, communication technology and the increasingly complex future challenges mark a new era called the era of the industrial revolution 4.0. In this era, information technology has become the basis of life, one of which is in the field of science. This topic was raised with the intention of finding out whether the use of technology as a media innovation in learning can support the concept of independent learning - independent campuses, namely teaching campuses in the era of the industrial revolution 4.0 that will be faced by students, as well as the reasons why students should use technology as a learning medium in learning physics. by linking the concept of an independent campus. This research is non-research because it is in the form of library research which consists of preparation, information gathering, and information processing obtained from books, journals, internet and other sources of information. Based on information obtained from research conducted by previous researchers, the use of technology as a media innovation in physics learning is one of the right choices in the era of industrial competition to support campus teaching programs, taking into account several things, namely the benefits obtained. In facing the era of industrial competition, the technical skills most needed by students are skills in applying and using technology; skills to understand the digitization process; designing skills; skills in using Information and Communication Technology (ICT); and data analysis and processing skills.

Keywords: industry 4.0, physics learning, media innovation

PENDAHULUAN

Pesatnya kemajuan teknologi informasi, komunikasi dan semakin kompleksnya tantangan masa depan menandai era baru yang disebut dengan era revolusi industri 4.0. Pada era ini, teknologi informasi telah menjadi basis dalam kehidupan manusia. Hal ini memberikan konsekuensi dan dampak yang nyata pada bidang pendidikan sains yang mana pendidikan sains harus didasarkan pada kebutuhan untuk memenuhi kebutuhan yang ada di masa depan melalui pemanfaatan teknologi. Pendidikan sains memiliki peranan untuk menghasilkan sumber daya manusia yang inovatif dan memiliki kompetensi unggul baik secara soft skill maupun hard skill sehingga dapat disejajarkan bahkan mampu bersaing dengan sumber daya manusia dari negara lain dalam menghadapi berbagai isu-isu global [1]. Pemerintah melalui Kemendikbud dan Dikti telah memulai revolusi pendidikan sejak 2019 lalu, baik di tingkat dasar, menengah, hingga perguruan tinggi. Konsep yang diusung dalam revolusi ini adalah merdeka belajar di semua aspek pendidikan formal. Namun, tampaknya masih banyak pihak yang meragukan apakah Indonesia benar telah siap dalam penerapan sistem merdeka belajar ini. Salah satu alasan paling banyak didiskusikan adalah infrastruktur pendidikan. Bila anda masih ingat proses peralihan kurikulum 1994 menjadi kurikulum 2004 (KBK), sebetulnya tantangan di era sekarang pun masih sama [2].

Perkembangan teknologi informasi yang semakin pesat di era industri saat ini tidak bisa dihindari lagi pengaruhnya terhadap dunia pendidikan, tentunya pendidikan juga harus mampu berinovasi terutama dalam bidang pelajaran fisika. Tuntutan global menuntut dunia pendidikan untuk selalu dan senantiasa menyesuaikan perkembangan teknologi terhadap usaha dalam peningkatan mutu pendidikan, terutama penyesuaian penggunaan teknologi informasi dan komunikasi bagi dunia pendidikan khususnya dalam proses pembelajaran. Oleh karenanya dalam hal ini topik ini diangkat dengan maksud untuk mengenal lebih dalam dan memberikan sedikit analisis tentang bagaimana teknologi itu dapat berguna sebagai inovasi media dalam pembelajaran konsep merdeka belajar-kampus merdeka yaitu kampus mengajar di era revolusi industri 4.0 sebagai sebuah kondisi yang akan dihadapi oleh mahasiswa, serta alasan mengapa mahasiswa harus menggunakan teknologi sebagai media belajar pada pembelajaran fisika dengan mengaitkan konsep kampus merdeka sebagai perubahan ke arah yang lebih baik serta sebagai upaya untuk memperbaiki sistem pendidikan tinggi yang siap menghadapi tantangan zaman.

a. Konsep Pembelajaran Fisika

Fisika merupakan salah satu cabang IPA (kata IPA selanjutnya disebut dengan kata sains) yang mendasari perkembangan teknologi maju dan konsep hidup harmonis dengan alam. Sebagai ilmu yang mempelajari fenomena alam, fisika juga memberikan pelajaran yang baik kepada manusia untuk hidup selaras berdasarkan hukum alam. Pada tingkat SMA/MA, fisika dipandang penting untuk diajarkan sebagai mata pelajaran tersendiri dengan beberapa pertimbangan. Pertama, selain memberikan bekal ilmu kepada siswa, mata pelajaran fisika dimaksudkan sebagai wahana untuk menumbuhkan kemampuan berpikir yang berguna untuk memecahkan masalah di dalam kehidupan sehari-hari. Kedua, mata pelajaran fisika perlu diajarkan untuk tujuan yang lebih khusus, yaitu membekali siswa pengetahuan, pemahaman dan sejumlah kemampuan yang dipersyaratkan untuk memasuki jenjang pendidikan yang lebih tinggi serta mengembangkan ilmu dan teknologi [3]. Materi fisika yang bersifat abstrak sulit untuk divisualisasikan, membuat siswa kesulitan dalam menelaah konsep-konsep fisika yang bersifat abstrak. Hal inilah yang membuat siswa beranggapan fisika sulit dan membosankan. Karakteristik materi fisika yang bersifat abstrak menimbulkan kesulitan siswa dalam menelaah konsep fisika kecuali jika dikaitkan dengan pengalaman sehari-hari. Menjembatani permasalahan karakteristik materi yang bersifat abstrak, dapat dilakukan dengan menggunakan model pembelajaran, atau media sebagai model [4].

b. Era Revolusi Industri

Revolusi industri telah mengubah cara kerja manusia menjadi otomatisasi/digitalisasi melalui inovasi-inovasi. Para pelaku industri berperan secara aktif sebagai entitas organisasi yang memiliki visi dalam meraih keuntungan. Revolusi industri berjalan dengan dilandasi revolusi mental dimana dalam paradigma ini terdapat perubahan besar dalam struktur mental yang terbangun atas tiga hal yaitu cara berpikir, meyakini dan cara bersikap. Revolusi mental diimbangi dengan sistem pendidikan dan peningkatan potensi diri melalui pelatihan untuk menyikapi era globalisasi yang berwatak revolusi industri 4.0 dimana dalam era ini diperlukan

literasi baru dengan menggunakan analisa data secara menyeluruh serta membuat konklusi agar terkait dengan kemampuan komunikasi, kolaborasi, berpikir kritis, kreatif dan inovatif. Adanya revolusi industri memberikan keuntungan dalam meningkatkan tabungan dan meminimalkan konsumsi karena dalam hal ini terdapat peluang e-commerce dan pengembang ekonomi digital bagi para pelaku industri. Sintesis revolusi industri 4.0 akan melahirkan masyarakat sejahtera dalam pembangunan, sedangkan revolusi mental melahirkan manusia yang berkualitas dan unggul [5]. Era Revolusi Industri keempat ini diwarnai oleh kecerdasan buatan (artificial intelligence), super komputer, rekayasa genetika, teknologi nano, mobil otomatis, dan inovasi. Perubahan tersebut terjadi dalam kecepatan eksponensial yang akan berdampak terhadap ekonomi, industri, pemerintahan, dan politik. Pada era ini semakin terlihat wujud dunia yang telah menjadi kampung global. Industri 4.0 adalah sebuah istilah yang diciptakan pertama kali di Jerman pada tahun 2011 yang ditandai dengan revolusi digital. Industri ini merupakan suatu proses industri yang terhubung secara digital yang mencakup berbagai jenis teknologi, mulai dari 3D printing hingga robotik yang diyakini mampu meningkatkan produktivitas [6].

c. Pembelajaran Fisika di Era Revolusi Industri

Pendidikan 4.0 merupakan cara untuk melengkapi fenomena integrasi digital dalam kehidupan sehari-hari di mana manusia dan mesin berinteraksi untuk memecahkan masalah dan menemukan teori inovasi baru. Dalam pendidikan 4.0, akses informasi tidak terbatas ruang dan waktu serta proses belajar mengajar telah menjadi dinamis. Masa depan pendidikan 4.0 dapat mengubah pemanfaatan informasi dengan cara yang praktis dan berbasis digital. Untuk mengatasi kebutuhan revolusi industri 4.0 dalam pendidikan, lembaga pendidikan harus terus mengintegrasikan metode inovatif untuk meningkatkan proses belajar mengajar [7]. Teknologi dan fisika merupakan dua hal yang tidak dapat dipisahkan satu sama lain, karena teknologi dan fisika saling berhubungan. Teknologi yang ada saat ini, tidak dapat berkembang sepesat sekarang tanpa riset yang dilakukan di bidang fisika, sama halnya dengan fisika yang membutuhkan bantuan teknologi untuk melakukan riset yang akurat. Kemajuan di bidang fisika mendorong timbulnya penemuan transistor, kapasitor, semikonduktor dan IC. Penemuan ini menjadi awal dari industri komputerisasi saat ini. Oleh karena itu fisika merupakan ilmu pengetahuan yang memiliki kontribusi dalam menunjang kemajuan pendidikan di era Revolusi Industri 4.0. Pendidikan di era 4.0 merupakan salah satu cara untuk menggunakan fenomena-fenomena digitalisasi dalam kehidupan sehari-hari, dimana dalam pendidikan 4.0 terjadi interaksi antara manusia dan mesin dalam memecahkan masalah dan menemukan inovasi baru. Pada pendidikan 4.0 informasi yang dibutuhkan dapat didapatkan dengan mudah dan tidak terbatas ruang dan waktu, sehingga proses pembelajaran menjadi lebih dinamis. Pendidikan 4.0 mengubah pemanfaatan teknologi dan informasi menjadi lebih praktis dan efektif serta berbasis digitalisasi [8].

d. Konsep Kampus Merdeka Belajar

Merdeka Belajar – Kampus Merdeka, merupakan kebijakan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan, yang bertujuan mendorong mahasiswa untuk menguasai berbagai keilmuan yang berguna untuk memasuki dunia kerja. Kampus Merdeka memberikan kesempatan bagi mahasiswa untuk memilih mata kuliah yang akan mereka ambil. Kebijakan Merdeka Belajar - Kampus Merdeka ini sesuai dengan Permendikbud Nomor 3 Tahun 2020 tentang Standar Nasional Pendidikan Tinggi, pada Pasal 18 disebutkan bahwa pemenuhan masa dan beban belajar bagi mahasiswa program sarjana atau sarjana terapan dapat dilaksanakan: 1) mengikuti seluruh proses pembelajaran dalam program studi pada perguruan tinggi sesuai masa dan beban belajar; dan 2) mengikuti proses pembelajaran di dalam program studi untuk memenuhi sebagian masa dan beban belajar dan sisanya mengikuti proses pembelajaran di luar program studi. Dalam rangka menyiapkan mahasiswa menghadapi perubahan sosial, budaya, dunia kerja dan kemajuan teknologi yang pesat, kompetensi mahasiswa harus disiapkan untuk lebih gayut dengan kebutuhan zaman. Link and match tidak saja dengan dunia industri dan dunia kerja tetapi juga dengan masa depan yang berubah dengan cepat. Perguruan Tinggi dituntut untuk dapat merancang dan melaksanakan proses pembelajaran yang inovatif agar mahasiswa dapat meraih capaian pembelajaran mencakup aspek sikap, pengetahuan, dan keterampilan secara optimal dan selalu relevan [9].

Salah satu program Merdeka Belajar – Kampus Merdeka adalah kampus mengajar. Kampus mengajar adalah bagian dari program Kampus Merdeka yang bertujuan untuk memberikan kesempatan kepada mahasiswa belajar dan mengembangkan diri melalui aktivitas di luar kelas perkuliahan. Di program kampus mengajar, mahasiswa akan ditempatkan di sekolah dasar di seluruh Indonesia dan membantu proses belajar mengajar di sekolah tersebut [10].

ANALISI PEMECAHAN MASALAH

Dalam penelitian ini dikaji tentang relevansi antara penggunaan teknologi sebagai media pada pembelajaran fisika di era persaingan industri untuk mendukung Program Merdeka Belajar Kampus Merdeka yaitu pada program kampus mengajar. Hal ini dikarenakan belajar fisika kurang diminati dan sering dirasa sulit untuk dipelajari karena membahas konsep-konsep yang abstrak. Dengan memanfaatkan teknologi sebagai media pembelajaran yang sesuai, diharapkan bisa menjadi jawaban dalam permasalahan tentang inovasi pendidikan dan pembelajaran guna mendukung Program Kampus Mengajar di era revolusi digital 4.0. Langkah penelitian ini berupa non riset yakni berupa penelitian studi pustaka yang terdiri dari persiapan, pengumpulan informasi, dan pengolahan informasi. Tahap persiapan yaitu penulis mencari informasi dari beberapa sumber yakni buku, jurnal, serta dari internet yang berkaitan dengan penelitian. Dari hasil mencari informasi, penulis mengidentifikasi dan merumuskan permasalahan yang terjadi menurut fakta yang terjadi di lapangan, kemudian menentukan elemen – elemen yang yang bisa menjadi kesimpulan dari permasalahan pada penelitian ini.

HASIL

Dari studi kasus di lapangan, dijelaskan bahwa pada pembelajaran fisika, kemampuan menyelesaikan masalah siswa masih tergolong rendah. Dalam mengerjakan soal-soal fisika yang diberikan oleh guru, siswa lebih sering langsung menggunakan persamaan matematis tanpa melakukan analisis, dan tak jarang pula siswa menebak rumus yang digunakan dan menghafal contoh soal yang telah dikerjakan untuk mengerjakan soal-soal lain. Siswa mengalami kesulitan ketika berhadapan dengan permasalahan yang kompleks. Siswa mampu menyelesaikan permasalahan kuantitatif sederhana namun kurang memiliki kemampuan untuk menyelesaikan masalah yang lebih kompleks. Siswa mengalami kesulitan karena strategi yang diajarkan dalam pembelajaran hanya untuk menyelesaikan masalah yang membutuhkan perhitungan matematis semata [11]. Pengajaran fisika tidak hanya sekedar menerapkan rumus-rumus pada masalah matematis, melainkan harus dilakukan melalui proses penemuan (investigasi) dan menghasilkan suatu produk. pembelajaran fisika didasarkan pada teori konstruktivis yang berpandangan bahwa belajar adalah aktivitas membangun pengetahuan yang dilakukan dari diri sendiri atas dasar pengalaman yang dimiliki melalui proses penemuan kemampuan menerapkan rumus atau persamaan untuk menemukan jawaban atas masalah tertentu dapat berdampak pada rendahnya literasi sains dan memungkinkan terjadinya kesalahpahaman. Seorang guru profesional harus dapat menggunakan media teknologi berupa simulasi video, animasi, atau laboratorium virtual untuk menyampaikan topik. Penggunaan teknologi dalam kegiatan belajar mengajar diyakini memberikan kesempatan kepada siswa untuk mengkonstruksi konsep secara keseluruhan melalui proses observasi dan eksperimen virtual.

Untuk sebagian orang yang mampu mengimbangi dan mengembangkan ilmu pengetahuan dan teknologi mampu melahirkan suatu gagasan yang baru. Gagasan ini muncul untuk menjawab pemenuh kebutuhan manusia dalam berbagai bidang, tidak terkecuali pendidikan. Banyak dijumpai di Era Revolusi Industri 4.0 berkembang aplikasi baru yang menyajikan penawaran pembelajaran yang lebih menarik dan secara tidak langsung sedikit mengganti peran guru dalam pemberian ilmu pengetahuan. Disamping itu, fasilitas siswa juga mendukung untuk mengakses aplikasi penunjang kegiatan pembelajaran seperti handphone misalnya. Hanya dengan fasilitas handphone, siswa mampu mendapatkan banyak pengetahuan secara singkat dan lebih murah. Siswa lebih mudah belajar dan dalam segi waktu lebih fleksibel karena siswa mampu menentukan waktu dan tempat seperti yang dia inginkan. Hal ini tidak didapatkan di dalam pembelajaran di sekolah. Banyak

dijumpai, di sekolah pembelajaran menggunakan banyak buku, pelaksanaan pembelajaran terbatas tempat dan waktu, serta penyajian materi kurang menarik [12].

Era revolusi industri 4.0 menyajikan bermacam-macam teknologi yang apabila dipergunakan secara tepat akan sangat membantu dalam proses pendidikan. Salah satunya melakukan eksperimen dengan menggunakan laboratorium secara virtual atau online. Laboratorium virtual dapat dijadikan alternatif untuk tetap bisa melakukan eksperimen fisika. Selain lebih murah dan terjangkau, juga lebih aman bagi siswa sebagai pengguna. Siswa juga dapat melakukan eksperimen dimanapun dan kapanpun sesuai kebutuhannya. Terdapat beberapa keuntungan yang diperoleh dari proses belajar mengajar yang telah dilakukan dengan menggunakan laboratorium virtual, antara lain (1) lebih ekonomis karena tidak membutuhkan bangunan lab, alat-alat dan bahan-bahan seperti pada laboratorium konvensional, (2) menambah motivasi dalam proses belajar mengajar, (3) siswa mempunyai keterampilan pemecahan masalah dan kemampuan berpikir tingkat tinggi dalam pembelajaran ataupun dalam permasalahan sehari-hari. Bukan hanya itu saja, masih banyak lagi media pembelajaran lain seperti aplikasi mobile learning berbasis android. Keterbatasan ruang dan waktu bukan lagi menjadi persoalan dalam hal ini. Manusia bebas mengeksplor ilmu pengetahuan sebanyak-banyaknya. Penggunaan teknologi sebagai inovasi media dalam pembelajaran juga memberikan banyak manfaat lainnya seperti menambah informasi, meningkatkan kemampuan belajar, memudahkan akses belajar, membuat materi pelajaran lebih menarik, serta meningkatkan minat belajar peserta didik.

Dari penjelasan tersebut, tentu dalam hal ini mahasiswa yang terlibat dalam program merdeka belajar kampus merdeka yaitu program kampus mengajar, memiliki tantangan yang besar untuk menghadapi era revolusi industri 4.0. Dalam mendukung pendidikan agar semakin berinovasi kearah yang lebih baik. Sebagaimana yang telah dijelaskan sebelumnya tentang konsep kampus merdeka belajar, penulis menyimpulkan penggunaan teknologi sebagai inovasi media pada pembelajaran fisika di Era Persaingan Industri untuk mendukung program kampus mengajar merupakan langkah yang tepat dalam upaya menjawab tantangan di era revolusi industri 4.0.

SIMPULAN

Dengan penggunaan teknologi sebagai inovasi media pada pembelajaran fisika di era persaingan Industri diharapkan mampu menjadi salah satu inovasi yang bisa mendukung Program Merdeka Belajar Kampus Merdeka yaitu pada program kampus mengajar. Dengan memanfaatkan teknologi secara tepat, akan memberikan banyak manfaat di tengah keterbatasan konsep materi terutama dalam pelajaran fisika. Mahasiswa sebagai salah satu yang turut mengambil bagian dalam Program Merdeka Belajar Kampus Merdeka, tidak hanya terpaku pada pembelajaran konvensional tetapi mampu melakukan berbagai macam inovasi dalam pendidikan. Ada 5 (lima) keterampilan teknis yang paling dibutuhkan oleh mahasiswa secara berturut-turut pada era persaingan industri adalah keterampilan penerapan dan penggunaan teknologi; keterampilan memahami proses digitalisasi; keterampilan merancang; keterampilan menggunakan Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK); serta keterampilan analisis dan pemrosesan data.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Yuliati. Y & Saputra, "Pembelajaran Sains Di Era Revolusi Industri 4.0," Jurnal cakrawala Pendas., vol. 5, pp. 169 – 171, 2019.
- [2] Widodo. B, "Implementasi Education 4.0 dan Merdeka Belajar dalam Matematika di Perguruan Tinggi," Prosiding Seminar Nasional Matematika., vol. 4, pp. 1 – 7, 2021.
- [3] Kheruddin. 2018. Model Pembelajaran Fisika Berbasis Keterampilan Proses Sains (Model PFBKPS). Surabaya : Berkah Utami.
- [4] Rahmawati. F., Indrawati & Rif'ati, "Penerapan Model *Teaching With Analogies* (Twa) Dalam Pembelajaran Fisika di MA," Jurnal Pembelajaran Fisika., vol. 1, pp. 192 – 192. 2012
- [5] Suwardana. H, "Revolusi Industri 4.0 Berbasis Revolusi Mental," JATI UNIK., vol. 1, pp. 109 – 118.
- [6] Wiyono. K & Sri, " Pendidikan Fisika Pada Era Revolusi Industri 4.0 Di Indonesia." Seminar Nasional pendidikan., pp. 3 – 14, 2019.

- [7] Satya. F. E, “Strategi Indonesia Menghadapi Industri 4.0,” Kajian Singkat Terhadap Isu Aktual Dan Strategis., vol. X, pp. 20 – 24, 2018.
- [8] Susanti. E., Rifa’atul & Yanti, “Peran Guru Fisika Di Era Revolusi Industri 4.0,” vol. 1, pp. 49 – 53, 2019.
- [9] Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Indonesia. 2021. Buku Panduan Merdeka Belajar - Kampus Merdeka. Jakarta : Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Kemdikbud RI.
- [10] Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Indonesia. 2021. Panduan Program Kampus Mengajar. Jakarta : Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Kemdikbud RI.
- [11] Azizah. R., Yulianti & Latifah, “The Physic Problem Solving Difficulties On High School Student,” Jurnal Penelitian Fisika dan Aplikasinya (JPFA).., Vol. 5, pp. 45 – 50, 2015.
- [12] Astuti., S. B. Waluya & M. Asikin, “Strategi Pembelajaran dalam Menghadapi Tantangan Era Revolusi Industri 4.0,” Seminar Nasional Pascasarjana 2019., vol. 467 – 473, 2019.

PENGEMBANGAN PEMEBELAJARAN FISIKA MELALUI TEKNOLOGI DI ERA PERSAINGAN INDUSTRI UNTUK MENDUKUNG KAMPUS MERDEKA BELAJAR

Sri Lestari, Maison & Dwi Agus Kurniawan
Pendidikan Fisika, FKIP Universitas Jambi
Email : srylestary0109@gmail.com

ABSTRAK

Revolusi persaingan industri membawa pengaruh terhadap bidang pendidikan termasuk dalam bidang fisika. Dalam kondisi sekarang pendidikan membutuhkan pengembangan/inovasi dan kreativitas karena pendidikan di tuntut untuk berkembang lebih baik dalam kondisi apapun. Salah satu bentuk pengembangan tersebut yaitu melalui teknologi yang digunakan saat ini untuk memajukan inovasi-inovasi pembelajaran fisika, teknologi sendiri dapat berupa segala teknik serta metode yang dapat dilakukan untuk melibatkan pelajaran, strategi belajar dan kemampuan berpikir kritis. Artikel ini mengupas tentang pengembangan/inovasi pembelajaran fisika di persaingan industri sekarang dengan memanfaatkan teknologi yang berkembang saat ini. Karena teknologi sangat mempengaruhi pengembangan tersebut guna mencapai tujuan pembelajaran dalam bidang fisika.

Kata kunci : Revolusi industri, Teknologi, Pembelajaran Fisika.

ABSTRACT

The industrial competition revolution has had an impact on the field of education, including in the field of physics. In the current condition, education requires development/innovation and creativity because education is required to develop better under any conditions. One form of this development is through the technology used today to advance innovations in physics learning, technology itself can be in the form of all techniques and methods that can be done to involve lessons, learning strategies and critical thinking skills. This article explores the development/innovation of physics learning in today's competitive industry by utilizing the technology that is currently developing. Because technology greatly influences the development in order to achieve learning objectives in the field of physics.

Keyword: Industrial Revolution, Technology, Physics Learning.

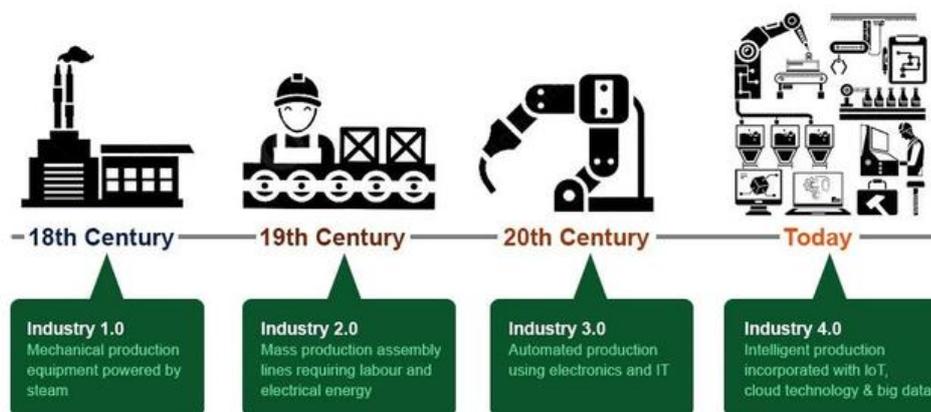
PENDAHULUAN

Pembelajaran fisika merupakan proses belajar mengajar untuk mencapai tujuan dan hasil belajar fisika. Selanjutnya, dalam pembelajaran fisika, terdapat beberapa unsur yang harus dijadikan pertimbangan dalam merancang kegiatan pembelajaran. Unsur-unsur tersebut mencakup rasa ingin tahu, metode ilmiah, fakta, teori, dan aplikasi. Pembelajaran akan lebih baik jika siswa mengalami atau melakukan kegiatan belajar secara langsung, sehingga pembelajaran tidak bersifat verbalistik. Oleh karena itu, dalam pembelajaran fisika dibutuhkan suatu model atau metode yang membuat siswa terlibat lebih aktif dalam pembelajaran dan mampu melatih siswa untuk

menemukan pengetahuannya secara mandiri yaitu dengan menerapkan metode eksperimen (Mutmainah dkk, 2017). [1]

Revolusi industri merupakan sejarah perkembangan terpenting dalam kehidupan manusia selama tiga abad terakhir yang bersifat berkelanjutan dalam membangun kehidupan dunia modern. Istilah revolusi industri telah lama digunakan untuk menjelaskan perubahan aspek general di bidang industri yang saling berkaitan seperti teknologi dasar yang digunakan di pabrik, mesin-mesin yang dibangun dari teknologi tersebut, serta rutinitas buruh yang bekerja. Laju perkembangan teknologi yang terjadi pada era revolusi industri mempengaruhi pola gaya hidup masyarakat global. Perbedaan kondisi sosial ekonomi di masing-masing era mendesak adanya ketersediaan sumber daya manusia yang spesifik dan terampil (Wiyono & Zakiyah, 2019). [2]

Gambar 1. Perkembangan revolusi industri dari masa ke masa



Inovasi pendidikan adalah inovasi dalam bidang pendidikan atau inovasi untuk memecahkan masalah pendidikan. Jadi, inovasi pendidikan adalah suatu ide, barang, metode yang dirasakan atau diamati sebagai hal yang baru bagi seseorang atau kelompok orang (masyarakat), baik berupa hasil intervensi (penemuan baru) atau discovery (baru ditemukan orang), yang digunakan untuk mencapai tujuan pendidikan atau memecahkan masalah pendidikan nasional. Kolaborasi antara inovasi dan teknologi dapat sangat membantu untuk belajar lebih banyak dan lebih baik tentang banyak hal. Misalnya belajar bahasa Inggris, Jepang, Mandarin, atau bahasa asing lainnya. Dengan bantuan teknologi, kita bisa mendengarkan cara pengucapan kosakata kamus bahasa Inggris atau bahasa lain yang sedang dipelajari.

ANALISIS PEMECAHAN MASALAH

Dalam era industri sekarang, banyak sekali permasalahan yang muncul dalam bidang pendidikan terutama dalam proses pembelajaran. Apalagi dimasa pandemi seperti sekarang ini, kita tidak bisa melakukan pembelajaran secara luring. Salah satu inovasi dan pengembangan yang dapat kita lakukan yaitu dengan memanfaatkan peran teknologi yang sudah canggih. Salah satunya pembelajaran dalam di lakukan dengan virtual menggunakan aplikasi zoom meeting. Aplikasi Zoom merupakan layanan berupa software yang bisa digunakan untuk belajar maupun rapat atau konferensi secara online.

Pendidikan Fisika di Era industri

Pendidikan fisika di era pembelajaran konvensional masih bersifat teacher-oriented learning; sesi tanya jawab singkat di akhir pembelajaran dengan pemberian pekerjaan rumah; serta menghadapi ujian akhir dengan pola masalah yang sama di setiap semesternya. Sistem pembelajaran seperti ini yang kemudian menyebabkan hampir seluruh peserta didik di bidang fisika memiliki pola pikir dan karakteristik yang sama. Sehingga para pendidik di bidang sains diharapkan untuk dapat mengembangkan pendidikan fisika menjadi lebih efektif dan relevan sesuai dengan tuntutan kebutuhan global. Dengan adanya kemajuan di bidang teknologi, media-media pembelajaran dan sumber belajar terus mengalami inovasi, sehingga mendorong siswa untuk dapat belajar secara mandiri dan mampu menyelesaikan masalah yang bersifat abstrak dengan pendekatan ilmiah. Beragamnya tantangan global yang diakibatkan oleh arus industri 4.0 menyebabkan peningkatan kebutuhan sumber daya manusia yang mampu mengintegrasikan pengetahuan saintifik beserta aplikasinya (Wiyono & Zakiyah, 2019) [3]. Salah satu aplikasinya adalah Zoom Meeting.

Efektifitas proses pembelajaran fisika dengan Zoom Meeting

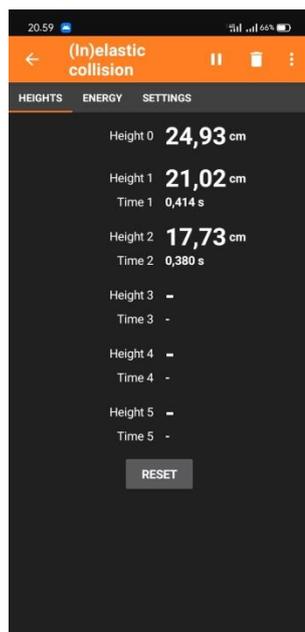
Zoom Meetings merupakan sebuah media pembelajaran menggunakan video. Aplikasi ini tidak hanya digunakan untuk pembelajaran saja tetapi bisa digunakan untuk urusan perkantoran maupun urusan lainnya. Dalam aplikasi Zoom Meetings ini, kita bisa berkomunikasi langsung dengan siapapun lewat video. Oleh karena itu, aplikasi ini dapat dimanfaatkan sebagai media pembelajaran. Sistem pembelajaran daring merupakan sistem pembelajaran tanpa tatap muka secara langsung antara guru dan siswa tetapi dilakukan melalui online yang menggunakan jaringan internet. Dengan kata lain, pembelajaran daring adalah metode belajar yang menggunakan model interaktif berbasis internet dan Learning Manajemen System (LMS), seperti menggunakan Zoom, Google Meet, Microsoft Teams, dan sebagainya. Solusinya, guru dituntut dapat mendesain media pembelajaran sebagai inovasi dengan memanfaatkan media daring (online).

Dengan menggunakan aplikasi Zoom pada pembelajaran daring fisika, ternyata sangat menyenangkan. Guru menjadi kreatif, siswa senang dan dapat memahami penjelasan yang diberikan oleh guru. Hal yang paling penting adalah guru melaksanakan kegiatan belajar mengajar dengan efektif seperti kegiatan mengajar dengan tatap muka di kelas. Hanya saja yang kita tahu bahwa dalam fisika ada yang dinamakan praktikum. Dengan pembelajaran yang memanfaatkan zoom meeting, mungkin tidak efektif untuk praktikum. Karena praktikum lebih mudah dipahami ketika langsung bertatap muka. Tetapi itu semua bisa kita gunakan untuk mengeluarkan atau mengembangkan inovasi yang baru dengan teknologi yang sudah ada. Misalnya dengan membuat video praktikum kemudian kita menyuruh siswa untuk menonton dan mempelajari video tersebut. Cara lain yang dapat kita gunakan yaitu dengan memanfaatkan aplikasi praktikum yang sudah ada, contohnya aplikasi phyphox dalam materi tumbukan.

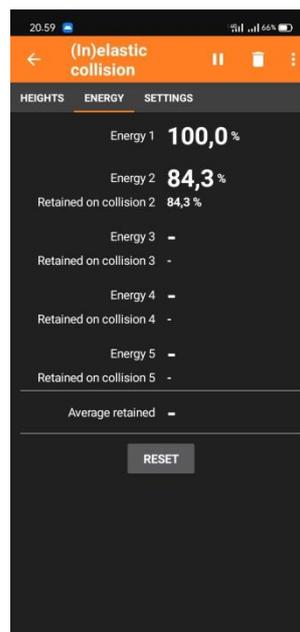
Pengembangan aplikasi Phyphox dalam praktikum materi tumbukan

Kegiatan eksperimen sebagai salah satu pedoman siswa untuk mengembangkan keterampilan masih minim dilakukan di beberapa sekolah. Beberapa sekolah telah memiliki alat peraga sederhana dan digunakan secara manual oleh guru maupun peserta didik. Kegiatan eksperimen hanya melibatkan peserta didik tertentu. Keadaan tersebut menjadi salah satu faktor penyebab kurangnya ketertarikan peserta didik terhadap mata pelajaran fisika. Pada materi

tumbukan misalnya, peserta didik kesulitan memahami materi karena materi yang seharusnya ditunjang dengan kegiatan eksperimen malah tidak mampu dijangkau dengan baik. Adanya aplikasi phyphox sebagai aplikasi eksperimen fisika dianggap mampu menyelesaikan masalah dalam pembelajaran fisika. Phyphox membuat berbagai eksperimen lebih mudah diakses dan diperluas alat yang tersedia untuk peserta didik dengan metode sederhana untuk mengendalikan eksperimen jarak jauh dan dengan data di lapangan. Phyphox diharapkan mampu meningkatkan kemampuan berpikir siswa dalam memecahkan masalah sehingga tujuan pembelajaran dapat tercapai.



Gambar 1. Ketinggian tumbukan



Gambar 2. Energi Tumbukan

Gambar diatas merupakan tampilan dari aplikasi phyphox dalam materi tumbukan. Dimana sebelum praktikum kita harus riset aplikasinya dahulu, kemudian klik tombol play dan jatuhkan benda yang ingin kita tumbukan. Lalu kita bisa melihat hasilnya.

Pemanfaatan aplikasi-aplikasi ini dapat meningkatkan kemandirian, motivasi dan keterampilan abad 21 bagi siswa. Karena dalam penerapannya siswa melakukan praktikum secara mandiri, siswa juga termotivasi untuk terus mempelajari konsep fisika melalui aplikasi tersebut baik secara mandiri, browsing informasi, maupun berdiskusi dengan teman dan guru. Akan tetapi yang perlu menjadi catatan dalam pemanfaatan aplikasi-aplikasi ini dalam pembelajaran yaitu perlunya pelatihan sebelum menerapkannya dalam pembelajaran dan penerapannya perlu disertakan modul praktikum dan bahan ajar.

SIMPULAN

Berdasarkan uraian diatas dapat diambil kesimpulan, untuk mengembangkan proses pembelajaran di era sekarang ini, proses belajar tidak harus tatap muka palagi dimasa pandemi, tetapi bisa memanfaatkan teknologi yang ada seperti menggunakan zoom meeting untuk virtual.

Kemudian dalam mengembangkan inovasi pembelajaran fisika terutama yang ada praktikumnya kita bisa memanfaatkan aplikasi yang ada, salah satunya aplikasi Phyphox dalam materi tumbukan dan materi lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Muthmainah dkk, “PENGARUH PENERAPAN METODE PEMBELAJARAN FISIKA BERBASIS EKSPERIMEN VIRTUAL TERHADAP MOTIVASI DAN HASIL BELAJAR FISIKA SISWA KELAS X MAN 2 MATARAM TAHUN AJARAN 2014/2015,” Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi., vol. 3, no. 1, pp. 41, 2017.
- [2] Wiyono Ketang & Zaskiyah Sri, “Recent advances in augmented reality,” Pendidikan Fisika Pada Era Revolusi Industri 4.0 Di Indonesia, pp. 1–7, 2019.

**MINAT, MOTIVASI SERTA KESULITAN SISWA KELAS X IPA
DALAM PEMBELAJARAN DARING ATAU LURING PADA SISTEM
PERIODIK UNSUR**

Lamtiar Ferawaty Siregar, S. Pd., M.Pd.
Universitas Musamus Merauke
Jl. Gg.J.B. Rombe, Merauke, Papua, Indonesia
e-mail korespondensi: siregar_fkip@unmus.ac.id.

ABSTRAK

Negara Indonesia yang terimbas dengan dampak dari COVID-19, khususnya bidang pendidikan dengan merubah pembelajaran tatap muka menjadi daring. Pada kenyataannya, permasalahan dalam pembelajaran daring/luring sangat banyak diantaranya guru kesulitan siswa dalam pembelajaran daring, kurang lengkapnya fasilitas siswa, dan kurangnya minat dan motivasi siswa dalam pembelajaran daring/luring, listrik yang padam dan ketidaknyaman belajar dari rumah, timbulnya ketidakdisiplinan siswa dalam mengerjakan PR dan memulai pembelajaran daring, gangguan sinyal. Tujuan penelitian ini adalah minat, motivasi serta kesulitan siswa kelas X IPA dalam pembelajaran daring atau luring pada sistem periodik unsur. Metode penelitian ini adalah bersifat deskriptif, dimana instrument yang digunakan adalah angket sebanyak 10 item. Berdasarkan hasil penelitian sebagian siswa kelas X IPA SMA Katholik Mariana tidak memiliki minat dan motivasi dalam belajar kimia khususnya sistem periodik unsur. Salah satu penyebab siswa kurang memiliki minat belajar kimia adalah siswa tersebut belajar kimia sejak kelas X IPA SMA, sementara ketika siswa tersebut tidak pernah belajar kimia yang terpadu pada IPA sewaktu di SMP. Siswa mengalami kesulitan mengalami dalam mengingat dan menguasai konsep perkembangan periodik unsur melalui pembelajaran luring maupun daring. Kesulitan siswa pada pelaksanaan pembelajaran daring/luring, jika luring dilakukan ada siswa tidak memiliki ongkos untuk kesekolah dan jika daring tidak memiliki kuota. Perberlakuan belajar daring/luring menyebabkan sebagian siswa tidak disiplin mengikuti pembelajaran.

Kata kunci : minat, motivasi, kesulitan, daring, luring.

ABSTRACT

The country of Indonesia, which has been affected by the impact of COVID-19, especially in the field of education, has changed face-to-face learning to online. In fact, there are many problems in online/offline learning, including teacher difficulties for students in online learning, incomplete student facilities, and lack of interest and motivation of students in online/offline learning, power outages and discomfort learning from home, the emergence of students' indiscipline in doing work. homework and start online learning, signal interference. The purpose of this study is the interests, motivations and difficulties of class X science students in online or offline learning on the periodic system of elements. This research method is descriptive, where the instrument used is a questionnaire of 10 items. Based on the research results, some students of class X IPA Mariana Catholic High School have no interest and motivation in learning chemistry, especially the periodic system of elements. One of the causes of students' lack of interest in learning chemistry is that these students have studied chemistry

since class X science in high school, while when these students never studied chemistry integrated into science in junior high school. Students have difficulty in remembering and mastering the concept of the periodic development of elements through offline and online learning. Students' difficulties in implementing online/offline learning, if offline, there are students who do not have fees to go to school and if online they do not have a quota. The treatment of online/offline learning causes some students to be undisciplined in participating in learning.

Keyword: *interests, motivations, difficulties, online, offline.*

PENDAHULUAN

Negara Indonesia yang terimbas dengan dampak dari COVID-19, khususnya bidang pendidikan dengan merubah pembelajaran tatap muka menjadi daring. Pada kenyataannya, permasalahan dalam pembelajaran daring sangat banyak diantaranya guru kesulitan siswa dalam pembelajaran daring, kurang lengkapnya fasilitas siswa dalam belajar daring, dan kurangnya minat dan motivasi siswa dalam pembelajaran daring, listrik yang padam dan ketidak nyaman belajar dari rumah, timbulnya ketidakdisiplinan siswa dalam mengerjakan PR dan memulai pembelajaran daring, gangguan sinyal atau hal lainnya [1]. Padahal kurikulum tetap berjalan, dipahami atau tidak dipahami siswa, materi pelajaran tetap berlangsung. Pembelajaran daring berlangsung di Indonesia di mulai tahun 2020 artinya siswa sudah 4 semester belajar daring. Jika pencapaian pembelajaran tidak maksimal, maka akan bermasalah dalam pembelajaran berikutnya. Para ahli menyusun kurikulum, ada mata pelajaran yang harus dikuasai siswa sebelum memulai pokok bahasan lainnya. Hal ini juga dirasakan oleh guru kimia di SMA, dimana sebagian siswa ada yang belum mendapatkan materi kimia yang terpadu pada IPA di SMP.

Mata pelajaran kimia diperoleh siswa dimulai dari SMP yang dimasukkan dalam mata pelajaran IPA, sedangkan pada level SMA di pelajari ketika siswa mengambil jurusan IPA dikelas X. Pokok bahasan kimia yang terpadu pada IPA di SMP adalah klasifikasi dan perubahan materi, zat aditif dan zat adiktif, partikel penyusun materi dan makhluk hidup, sifat-sifat tanah. Pada materi kimia yang terpadu pada IPA, pengenalan dan aplikasi kimia sudah dijelaskan.

Pada kenyataannya, apabila ditanya siswa SMA masih ada sebagian siswa yang belum mempelajari materi kimia yang terpadu pada IPA ketika belajar di SMP. Kompetensi yang diharapkan berdasarkan kurikulum K-13, bahwa kimia yang terpadu pada IPA diharapkan kompetensi adalah; pemahaman konsep campuran dan zat tunggal (unsur dan senyawa), sifat fisika dan kimia, perubahan fisika dan kimia dalam kehidupan sehari-hari serta penyajian hasil penyelidikan atau karya tentang sifat larutan, perubahan fisika dan kimia atau pemisahan campuran; menganalisis terjadinya pencemaran lingkungan dan dampaknya bagi ekosistem, membuat tulisan tentang gagasan penyelesaian masalah pencemaran lingkungan berdasarkan hasil pengamatan, memahami perubahan iklim dan dampaknya bagi ekosistem; menjelaskan zat aditif dalam makanan dan minuman zat adiktif serta dampaknya terhadap kesehatan serta membuat karya tulis tentang dampak penyalahgunaan zat aditif dan zat adiktif bagi kesehatan.; pemahaman akan pentingnya tanah dan organisme untuk keberlanjutan kehidupan dan

penyelidikan tentang fungsi tanah bagi keberlangsungan kehidupan; mendeskripsikan atom dan partikel penyusun atom.

Pada kimia SMP yang terpadu dalam IPA, pengenalan dan pembahasan serta aplikasi kimia dalam kehidupan sehari-hari sudah diperkenalkan. Siswa diharapkan sudah mampu menganalisis tentang makanan dan minuman yang layak digunakan bagi kesehatan. Penyalahgunaan dan pembuangan sampah sembarangan dapat menyebabkan pencemaran lingkungan baik udara, tanah maupun air. Pengenalan makhluk hidup dan penyusun atom.

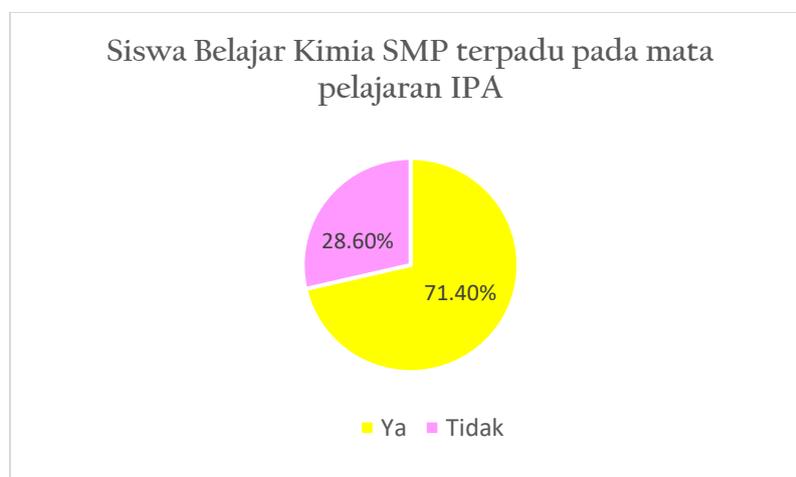
Ketika ambil jurusan IPA di SMA, maka IPA yang terdiri dari kimia, fisika dan biologi pembelajarannya sudah terpisah. Umumnya siswa IPA lebih menyukai belajar biologi dibandingkan belajar kimia dan fisika. Siswa yang ambil jurusan IPA, tidak semuanya menyukai kimia. Hal ini disebabkan penyajian materi kimia pada buku, penyampaian guru dalam menyampaikan materi, informasi publik yang diterima siswa yang lebih banyak memberitakan dampak negatif dibandingkan dampak positif [2]. Pada pelaksanaan pembelajaran saat pandemi dibutuhkan guru kimia kreatif dalam mengajarkan kimia baik secara daring maupun luring.

METODE

Metode penelitian ini bersifat deskriptif dan instrumen yang digunakan adalah angket sebanyak 10 item. Penelitian ini dilaksanakan pada siswa kelas X IPA SMA Katolik Mariana.

HASIL

Berdasarkan hasil penelitian, sebagian siswa tidak pernah belajar kimia ketika SMP yaitu 28,60% seperti pada gambar 1. Jika ditinjau dari pembelajaran kimia yang terpadu pada IPA di SMP, bahwa pengenalan kimia di SMP sangat membantu siswa dalam menyukai mata pelajaran kimia. Wawasan siswa tentang pentingnya belajar kimia seharusnya sudah ditanamkan di SMP karena ruang lingkup dan manfaat ilmu kimia sangat luas. Pada materi kimia yang terpadu pada IPA dengan lebih mengaitkan eksistensi kimia dalam kehidupan sehari-hari [2]. Pembelajaran kimia di SMP termasuk salah satu memotivasi dalam menyukai mata pelajaran kimia. Pelajaran kimia terpadu dengan IPA di SMP, umumnya berupa pengenalan akan materi kimia, aplikasinya dalam kehidupan sehari-hari.



Gambar 1. Prosentase siswa belajar kimia yang terpadu IPA

Selama pandemi, siswa jurusan X IPA pada tahun ajaran 2021/2022 sudah mengalami pembelajaran daring selama 4 semester dimana 3 semester di SMP dan 1 semester di kelas X IPA. Angket yang di ujikan kepada siswa kelas X IPA SMA Katolik Mariana Medan melalui google form hanya di jawab 14 orang dari total siswa sebanyak 20 orang. Berdasarkan hasil angket, bahwa siswa jurusan IPA sebagian tidak menyukai mata pelajaran kimia seperti pada gambar 2 berikut:



Gambar 2. Minat siswa terhadap mata pelajaran kimia

Jika dilihat berdasarkan pokok bahasan yang sudah dipelajari siswa, sebanyak 28,60% tidak berminat belajar pokok bahasan sistem periodik unsur yang terlihat seperti gambar 3. Kurangnya minat siswa pada bidang studi kimia berdampak pada kurangnya minat belajar sistem periodik unsur sehingga kesulitan dalam menguasai materi tersebut [3].



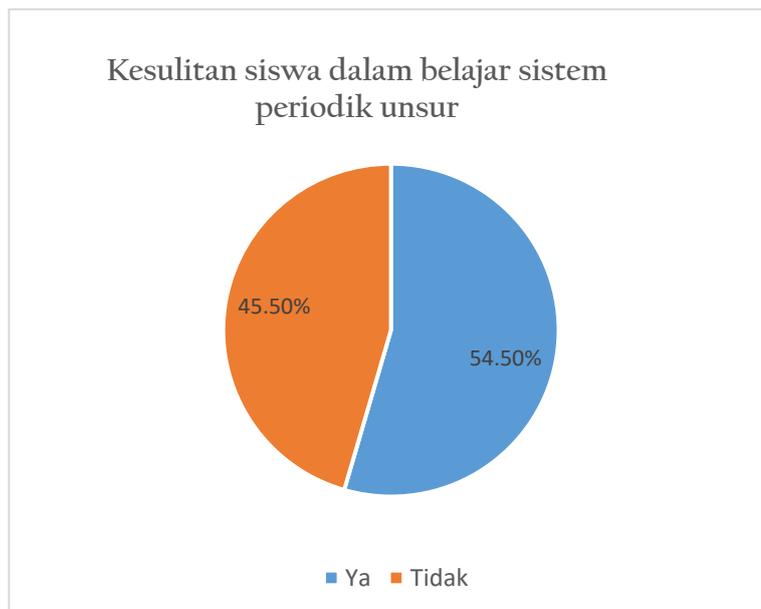
Gambar 3. Minat siswa belajar pokok bahasan sistem periodik unsur.

Pokok bahasan sistem periodik unsur, salah satu hal yang harus dikuasai supaya dapat menguasai pokok bahasan ikatan kimia, tatanama senyawa, persamaan reaksi, stoikimetri, hidrokarban dan pokok bahasan kimia lainnya. Sebanyak 90,90%, Siswa Kelas X IPA di SMA Katolik Mariana juga setuju bahwa SPU adalah sebagai salah satu fundamental kimia dalam pembelajaran kimia yang terdapat pada gambar 4.



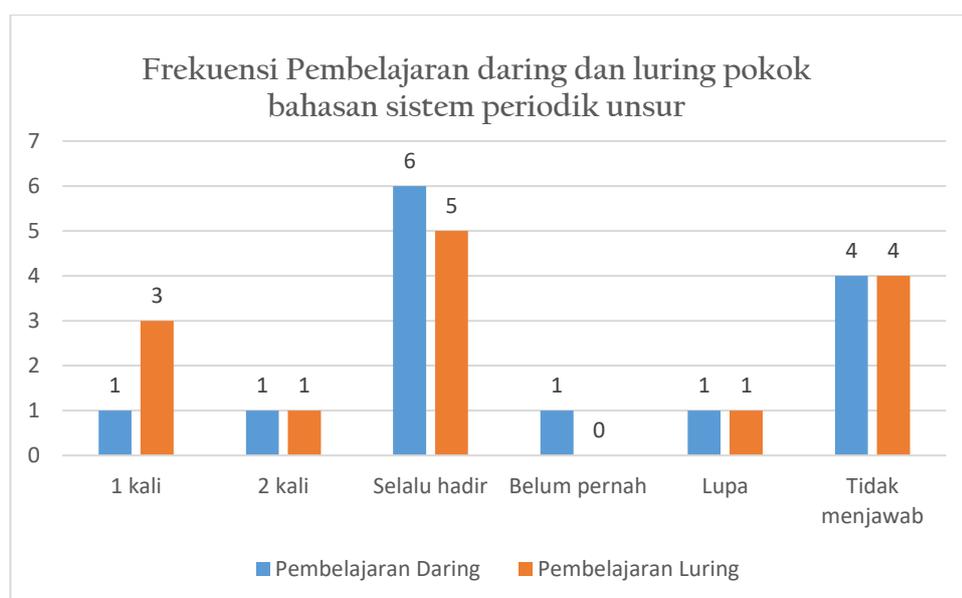
Gambar 4. SPU fundamental untuk belajar materi kimia.

Selain kurangnya sebagian minat siswa belajar tentang SPU, siswa juga kesulitan mengalami pembelajaran SPU baik secara daring maupun luring. Sebanyak 45,50% siswa mengalami kesulitan dalam belajar sistem periodik unsur. Siswa mengalami kesulitan mengalami dalam mengingat dan menguasai konsep perkembangan periodik unsur melalui pembelajaran luring maupun daring. Untuk mengatasi hal ini sebaiknya guru memberikan pembelajaran yang kreatif misalnya dengan membuat jembatan menghafal, aplikasi *Periodic Table Quiz (PTQ)*, penggunaan ular tangga penggunaan permainan ular tangga sebagai media *chemo-edutainment* [3], [4].



Gambar 5. Prosentasi siswa mengalami kesulitan belajar SPU

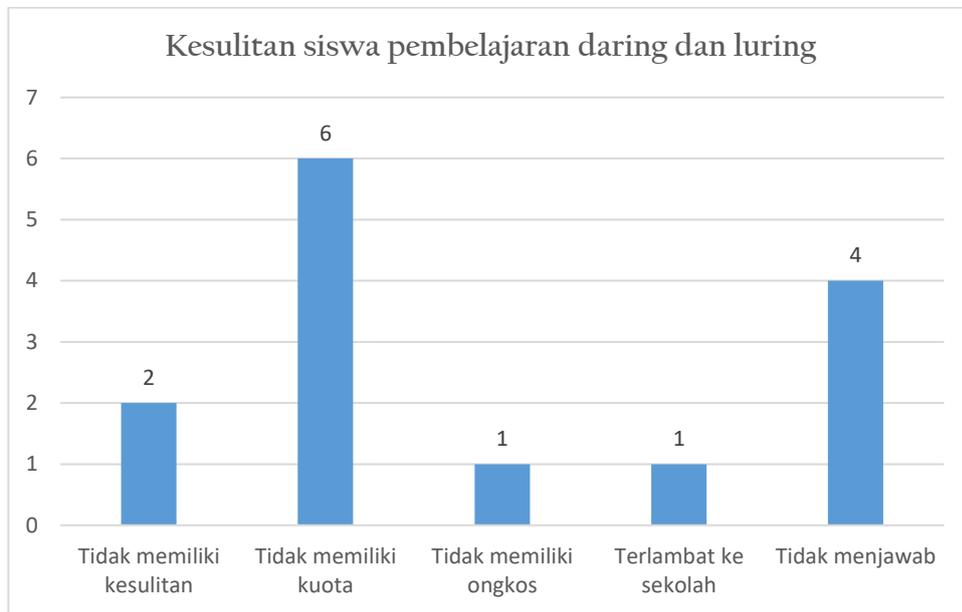
Pelaksanaan pembelajaran pada semester ganjil 2021 pada SMA Katolik Mariana yaitu pemberlakuan tatap muka terbatas bagi siswa yang diizinkan orangtua dalam belajar tatap muka. Sementara siswa yang tidak diizinkan tatap muka terbatas, pembelajaran dilakukan melalui daring. Frekuensi Pembelajaran daring dan luring pokok bahasan sistem periodik unsur dapat dilihat pada gambar 5. Adanya kebijakan ini, menyebabkan sebagian siswa tidak disiplin dalam mengikuti pembelajaran baik luring maupun daring. Adanya siswa belajar daring atau luring menambah pekerjaan guru dalam mempersiapkan materi secara daring maupun luring.



Gambar 6. Frekuensi Pembelajaran daring/luring pada sistem periodik unsur

Siswa mengalami kesulitan belajar daring/luring disebabkan oleh tidak memiliki ongkos dalam pelaksanaan tatap muka dan ketika belajar daring siswa

tidak memiliki kuota internet, serta siswa terlambat datang ke sekolah dalam pembelajaran daring yang terdapat pada gambar 7.



Gambar 7. Kesulitan dalam pembelajaran daring dan luring

Siswa memiliki motivasi belajar daring/luring dalam pembelajaran sistem periodik unsur. Adanya motivasi belajar siswa yang tinggi, menyebabkan siswa dapat mengatasi setiap masalah pembelajaran daring maupun luring.



Gambar 8. Motivasi siswa dalam belajar daring/luring

Suasana tempat tinggal dan lingkungan keluarga dalam pembelajaran daring sangat berpengaruh. Siswa yang merasa tidak nyaman belajar daring dari rumah disebabkan banyak orang dirumah sehingga terlalu lama dan berisik, jaringan yang tidak bagus. Sebanyak 5 (35,7%) orangtua siswa kurang memperhatikan dan mendukung pembelajaran yang dilaksanakan dari rumah disebabkan orangtua harus bekerja dalam memenuhi kebutuhan.

SIMPULAN

Sebagian siswa kurang menyukai belajar kimia, karena di SMP tidak belajar kimia dalam IPA terpadu. Sebagian siswa tidak menyukai pokok bahasan sistem periodik unsur disebabkan siswa kesulitan mengingat, memahami dan menguasai konsep perkembangan periodik unsur. Pokok bahasan SPU seharusnya dikuasai siswa kelas X, karena pokok bahasan ini sebagai dasar utk pokok bahasan selanjutnya. Perberlakuan belajar daring/luring menyebabkan sebagian siswa tidak disiplin mengikuti pembelajaran.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] 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.
- [2] I. W. Subagia, "Paradigma Baru Pembelajaran Kimia SMA," *Pros. Semin. Nas. MIPA UNDIKSHA*, pp. 152–163, 2014, [Online]. Available: <https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/semnasmipa/article/view/10479>.
- [3] S. Purba, A., Simatupang, N. I., & Natasha, "Analisis Peningkatan Minat Belajar Kimia Siswa Pada Materi Sistem Periodik Unsur Menggunakan Aplikasi Periodic Table Quiz," *PROCEEDING UMSURABAYA*, vol. 1, 2021.
- [4] Sufyanto, R. Linda, and Herdini, "Penggunaan Permainan Ular Tangga Sebagai Media Chemo - Edutainment Untuk Mencapai Ketuntasan Belajar Peserta Didik pada Sub Pokok Bahasan Sistem Periodik Unsur di Kelas X SMA Negeri 2 Tanah Putih," *Progr. Stud. Pendidik. Kim. Fak. Kegur. dan Ilmu Pendidik. Univ. Riau Pekanbaru*, pp. 1–10, 2014.

IDENTIFIKASI KESULITAN PEMAHAMAN KONSEP LARUTAN PENYANGGA SISWA DI GORONTALO

Alma J. Genes¹, Astin Lukum², Lukman A.R Laliyo³.

Program studi pendidikan kimia, fakultas matematika dan ilmu pengetahuan alam, universitas negeri gorontalo. Jalan prof. Dr. Bacharuddin Jusuf Habibie, Bone Bolango, 96119, Gorontalo-Indonesia

Email : [1almagenes01@gmail.com](mailto:almagenes01@gmail.com), [2astin.lukum@ung.ac.id](mailto:astin.lukum@ung.ac.id), [3lukman.laliyo@ung.ac.id](mailto:lukman.laliyo@ung.ac.id)

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan kesulitan pemahaman larutan penyangga siswa di Gorontalo, yang diukur dalam 5 aspek, yaitu: pengertian, prinsip kerja, pH dan pOH, pH asam basa, dan fungsi penyangga dalam tubuh manusia. Penelitian kuantitatif deskriptif ini dilakukan pada siswa kelas XI (N=215) di Gorontalo. Data dijangkau dengan instrumen tiga tingkat. Hasil penelitian ditemukan bahwa aspek pH asam basa (96.5%) paling sulit di pahami siswa, dibandingkan aspek fungsi larutan penyangga dalam tubuh manusia (94.9%), pH dan pOH (89.3%), prinsip kerja (83.7%), pengertian (48.8%). Temuan ini mengindikasikan bahwa siswa belum memahami dengan baik dan benar konsep larutan penyangga. Hasil penelitian ini menjelaskan bahwa diperlukan pembelajaran remedial untuk menyiapkan materi pembelajaran selanjutnya.

Kata Kunci : Kesulitan pemahaman, larutan penyangga, tiga tingkat

ABSTRACT

This study aims to describe the difficulty of understanding the student buffer solution in Gorontalo, which is measured in 5 aspects, namely: understanding, working principles, pH and pOH, base acid pH, and buffer function in the human body. This descriptive quantitative research was conducted on students of grade XI (N=215) in Gorontalo. The data is netted with a three-tiered instrument. The results found that the pH aspect of acid bases (96.5%) was most difficult for students to understand, compared to aspects of the function of the solution in the human body (94.9%), pH and pOH (89.3%), the principle of work (83.7%), understanding (48.8%). These findings indicate that students have not properly and correctly understood the concept of buffer solutions. The results of this study explain that remedial learning is needed to prepare the next learning material.

Keywords: Difficulty understanding, buffer solution, three levels

PENDAHULUAN

Sains adalah ilmu yang menarik bagi para pelajar karena fenomenanya lebih mudah diamati secara langsung dari lingkungan sekitar. Sebagai bagian dari sains, fenomena kimia juga banyak ditemukan dalam kehidupan sehari-hari. Kimia adalah bagian dari ilmu sains yang meliputi materi yang luas seperti fakta, konsep, aturan, hukum, prinsip dan teori.[1] Kajian kimia dimana ilmu yang mempelajari susunan, komposisi, sifat materi dan perubahan, serta energi yang menyertai perubahan materi[2]. Dalam mempelajari materi kimia siswa harus memahami konsep-konsep yang berkaitan satu sama lain secara bermakna, tidak hanya dihafal, sehingga sebagian besar siswa mengalami kesulitan[3].

Kesulitan siswa dalam mempelajari materi kimia, penyebab kesulitan siswa pada materi kimia banyak mengandung konsep yang kompleks dan abstrak, karena pemahaman konsep yang abstrak membutuhkan daya nalar yang kuat untuk pemecahan masalah yang tidak dapat diamati secara langsung[4]. Siswa menggunakan pemahaman yang dikembangkan sendiri yang diperoleh dari pengalaman yang tidak didasari oleh teori dalam kimia[5]. Kesalahan pemahaman ini dipengaruhi oleh adanya miskonsepsi awal yang telah ada pada pemahaman siswa, yang terbentuk

menjadi akumulasi dari usaha dalam memahami gejala alam dan interaksi dengan peristiwa yang terjadi disekitarnya[6].

Kesulitan belajar siswa adalah suatu keadaan dimana siswa tidak dapat belajar dengan baik karena adanya hambatan atau ketidakmampuan belajar. Adapun faktor-faktor yang menyebabkan siswa mengalami kesulitan belajar karena faktor eksternal siswa. Faktor internal siswa meliputi gangguan atau kekurangan fisik siswa yakni yang bersifat kognitif, afektif dan psikomotorik. Sedangkan faktor eksternal siswa meliputi segala situasi dan kondisi di sekitar siswa yang tidak mendukung kegiatan belajarnya[7]. Pada materi larutan penyangga termasuk konsep yang sulit bagi siswa menengah atas. Banyak konsep yang memerlukan tingkat pemahaman yang cukup tinggi karena berdasarkan fakta lapangan pemahaman siswa jauh lebih rendah[8]

Materi larutan penyangga merupakan salah satu materi yang ada pada ilmu kimia. Larutan penyangga mempunyai karakteristik yang bersifat abstrak pada bagian reaksi asam basa, pemahaman konsep larutan penyangga, matematis pada bagian perhitungan pH larutan penyangga, dan aplikatif pada bagian fungsi larutan penyangga.[9]. Materi larutan penyangga adalah bagian materi kimia yang mengandung konsep yang kompleks. Untuk dapat memahami larutan penyangga, siswa diharapkan dapat memahami konsep-konsep yang mendasarinya yaitu materi konsep asam basa, kesetimbangan dan hidrolisis garam, maka kemungkinan besar siswa mampu menyelesaikan soal-soal pada konsep larutan penyangga[8]

Kesulitan siswa dalam memahami konsep larutan penyangga dapat menimbulkan kesalahan dalam pemahaman, apabila kesalahan pemahaman terjadi secara terus menerus dapat menimbulkan kesalahan konsep[10]. Larutan penyangga disebut juga dengan buffer atau larutan dapar berdasarkan karakteristiknya bersifat konseptual. Dalam memahami materi siswa diharapkan memahami konsep dengan baik dan mengetahui konsep-konsep pada materi berhubungan serta mampu menerapkan konsep tersebut dalam memecahkan soal perhitungan[11]. Kesulitan siswa dalam memahami materi larutan penyangga terdapat pada konsep pengertian larutan penyangga, perhitungan pH dan pOH dalam larutan penyangga menggunakan prinsip kesetimbangan, menghitung larutan penyangga pH saat penambahan sedikit asam atau basaan fungsi larutan penyangga dalam tubuh makhluk hidup.[12]

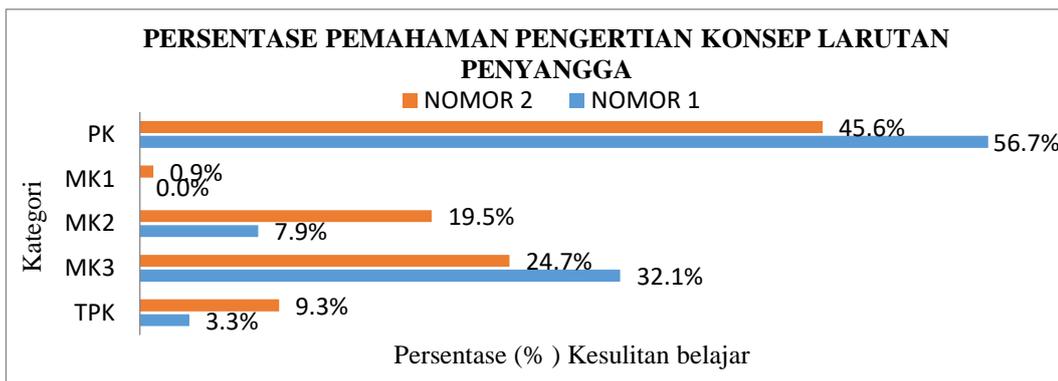
METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan kesulitan pemahaman konsep larutan penyangga siswa di SMA Negeri 1 dan SMA Negeri 4 Gorontalo Utara. Subyek dalam penelitian ini kelas XI yang berjumlah 215 siswa. Identifikasi kesulitan pemahaman konsep larutan penyangga menggunakan instrumen tes pilihan ganda tiga tingkat, pada tingkat pertama berupa pilihan ganda biasa yang terdiri dari empat pilihan jawaban yang bertujuan untuk mengukur kemampuan pengetahuan siswa, tingkat kedua terdiri dari pilihan atau derajat keyakinan siswa atas pilihan jawaban tingkat pertama, tingkat ketiga terdiri dari dua pilihan jawaban yang bertujuan untuk mengukur kemampuan siswa dalam menjelaskan alasan dari pilihan jawaban pada tingkat pertama dan tingkat kedua. Tes diberikan kepada siswa sebanyak 13 setelah proses pembelajaran berlangsung yang sebelumnya telah divalidasi dan uji reliabilitasnya.

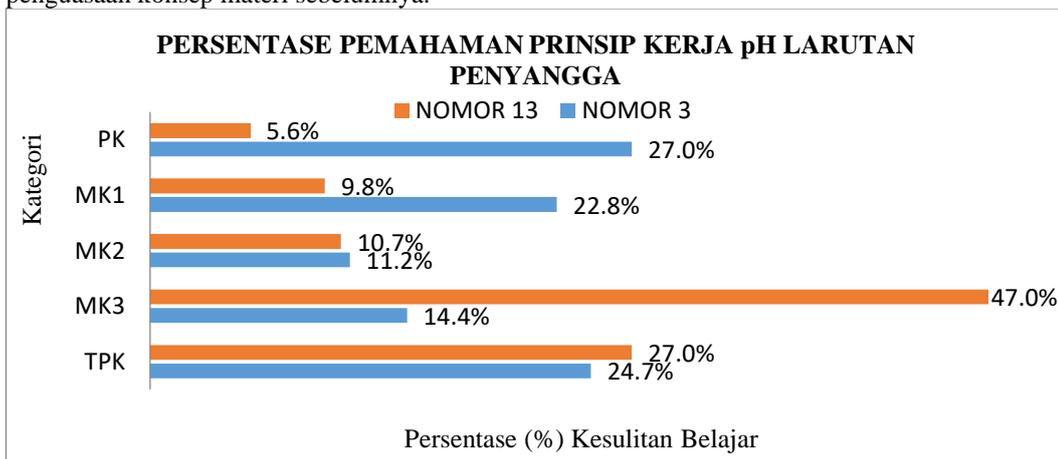
Materi yang diberikan adalah larutan penyangga yang pengertian, prinsip kerja, pH dan pOH, pH asam basa, dan fungsi penyangga dalam tubuh manusia.

HASIL DAN PEMBAHASAN

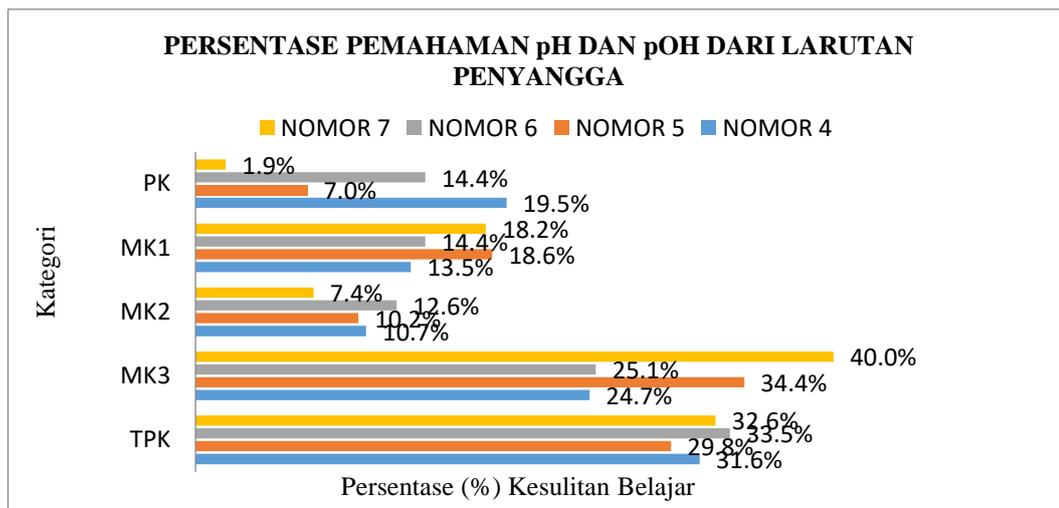
Konsep-konsep yang disajikan beserta sebaran soalnya 1. Persentase pemahaman pengertian konsep larutan penyangga pada grafik 1, 2. Persentase pemahaman prinsip kerja larutan penyangga pada grafik 2, 3. Persentase pemahaman pH dan pOH dari larutan penyangga pada grafik 3, 4. Persentase pemahaman pH larutan penyangga penambahan sedikit asam atau basa pada grafik 4, 5. Persentase pemahaman fungsi larutan penyangga dalam tubuh makhluk hidup dan kehidupan sehari-hari pada grafik 5.



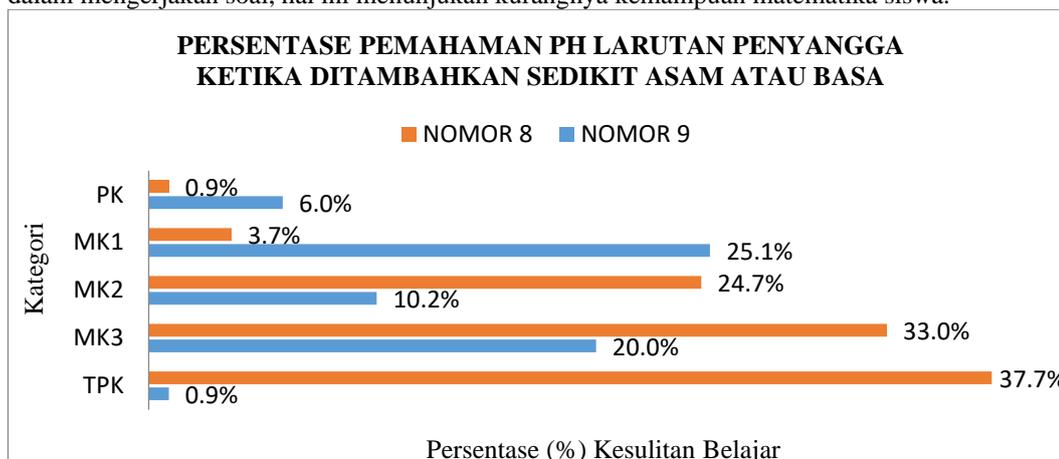
Berdasarkan pada grafik 1 diketahui bahwa pada indikator 1 tentang pengertian konsep larutan penyangga terdapat siswa yang mengalami kesulitan, umumnya siswa mengalami kesulitan belajar pada kriteria sedang. Hal ini dapat dilihat dari perolehan presentase tidak paham konsep (TPK), miskonsepsi 1 (MK1), miskonsepsi 2 (MK2) dan miskonsepsi 3 (MK3). Persentase kesulitan pada soal nomor 1 dan 2 termasuk kriteria sedang. Kesulitan menjelaskan pengertian konsep larutan penyangga tergolong sedang dengan kesulitan persentase rata-rata sebesar 48.8%. Siswa mengalami kesulitan belajar ini karena pemahaman konsep siswa dalam menjelaskan pengertian konsep larutan penyangga tidak sesuai, ini menyebabkan siswa mengalami miskonsepsi dan juga kurangnya penguasaan konsep materi sebelumnya.



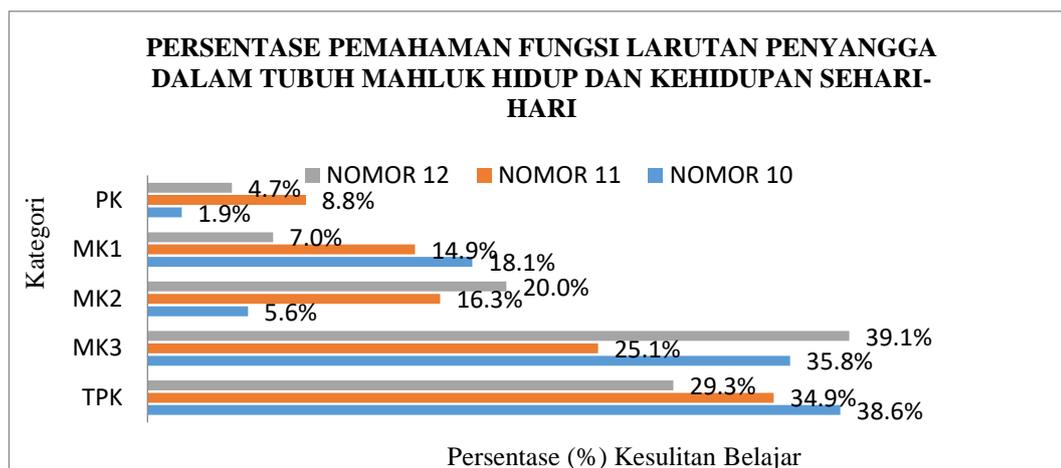
Berdasarkan pada grafik 2 bahwa pada indikator 2 tentang prinsip kerja larutan penyangga terdapat siswa yang mengalami kesulitan, umumnya siswa mengalami kesulitan pada kriteria belajar tinggi dan sangat tinggi. Hal ini dapat dilihat dari perolehan persentase tidak paham konsep (TPK), miskonsepsi 1 (MK1), miskonsepsi 2 (MK2), dan miskonsepsi 3 (MK3). Persentase kesulitan pada soal nomor 3 mengalami kriteria tinggi sedangkan pada soal nomor 13 termasuk kriteria sangat tinggi. Kesulitan menjelaskan prinsip kerja larutan penyangga tergolong sangat sulit dengan kesulitan persentase rata-rata sebesar 83.7%. Siswa mengalami kesulitan belajar ini karena siswa tidak memiliki konsep dasar terhadap materi sebelumnya sehingga siswa tidak mampu dalam menyelesaikan soal jika siswa tidak memahami konsep dasarnya maka siswa akan mengalami kesulitan dalam memahami konsep yang lebih kompleks.



Berdasarkan pada grafik 3 bahwa pada pada indikator 3 tentang menghitung pH dan pOH dari larutan penyangga terdapat siswa yang mengalami kesulitan, umumnya siswa mengalami kesulitan pada kriteria belajar sangat tinggi. Hal ini dapat dilihat perolehan persentase yang tidak paham konsep (TPK), miskonsepsi 1(MK1), miskonsepsi 2(MK2), dan miskonsepsi 3(MK3). Persentase kesulitan pada soal nomor 4,5,6 dan 7 termasuk kriteria sangat tinggi. Kesulitan menghitung pH dan pOH larutan penyangga tergolong sangat sulit dengan kesulitan persentase rata-rata sebesar 89.3 %. Siswa mengalami kesulitan belajar ini karena rendahnya kemampuan siswa dalam menentukan rumus perhitungan pH dan pOH yang digunakan, dan kurangnya ketelitian siswa dalam mengerjakan soal, hal ini menunjukkan kurangnya kemampuan matematika siswa.



Berdasarkan pada grafik 4 bahwa pada indikator 4 tentang menghitung pH larutan penyangga pada penambahan asam atau basa terdapat siswa yang mengalami kesulitan, umumnya siswa mengalami kesulitan pada kriteria belajar sangat tinggi. Hal ini dapat dilihat perolehan presentase yang tidak paham konsep dan miskonsepsi. Persentase kesulitan pada soal nomor 8 dan 9 termasuk kriteria sangat tinggi. kesulitan menghitung pH larutan penyangga pada penambahan sedikit asam atau basa tergolong sangat sulit dengan kesulitan persentase rata-rata sebesar 96.5%. Siswa mengalami kesulitan belajar ini terjadi karena siswa kurang paham dengan konsep reaksi kesetimbangan yang digunakan sehingga siswa belum bisa menentukan jumlah mol pada keadaan kesetimbangan baru. Kesulitan menghitung pH larutan penyangga dengan penambahan sedikit asam atau basa menjadi kesulitan paling tinggi yang ditemukan pada materi larutan penyangga, karena indikator ini memiliki level kognitif yang lebih tinggi dibandingkan indikator lainnya.



Berdasarkan pada Tabel 4.5 bahwa pada indikator 5 tentang fungsi larutan penyangga dalam tubuh makhluk hidup dan kehidupan sehari-hari terdapat siswa yang mengalami kesulitan, umumnya siswa mengalami kesulitan pada kriteria belajar sangat tinggi. Hal ini dapat dilihat perolehan presentase yang tidak paham konsep (TPK), miskonsepsi 1 (MK1), miskonsepsi 2 (MK2), dan miskonsepsi 3 (MK3). Persentase kesulitan pada soal nomor 10, 11 dan 12 termasuk kriteria sangat tinggi. Kesulitan menjelaskan larutan penyangga dalam tubuh makhluk hidup dan dalam kehidupan sehari-hari tergolong sangat tinggi dengan kesulitan persentase rata-rata sebesar 94.9%. Siswa mengalami kesulitan belajar ini terjadi karena siswa belum mampu memahami konsep reaksi kesetimbangan yang digunakan untuk menjelaskan fungsi larutan penyangga kurang paham dengan konsep reaksi kesetimbangan yang digunakan dalam tubuh makhluk hidup dan dalam kehidupan sehari-hari.

KESIMPULAN

Kesulitan pemahaman konsep larutan penyangga siswa di Gorontalo dengan rata-rata persentasi : pengertian 48.8% dengan kategori sedang, prinsip kerja 83.7% dengan kategori sangat tinggi, pH dan pOH 89.3% dengan kategori sangat tinggi, pH asam basa 96.5% dengan kategori sangat tinggi, dan fungsi penyangga dalam tubuh manusia 94.9% dengan kategori sangat tinggi.

REFERENSI

- [1] N. S. Wulansari, W. J. A. Musa, and L. A. R. Laliyo, "Pemetaan Struktur Pengetahuan Siswa untuk Mengukur Kemampuan Pemahaman Konsep Laju Reaksi," vol. 11, pp. 74–83, 2016.
- [2] M. Muh. Iqbal Fitrandi, "Identifikasi Kesulitan Siswa Dalam Menyelesaikan Soal-Soal Hidrolisis Garam," vol. 5, no. 1, pp. 32–39, 2020.
- [3] Syarifah Pore, L. A. . Laliyo, and N. I. Ischak, "Kemampuan Pemahaman Konseptual dan Algoritmik Siswa dalam," vol. 12, pp. 75–80, 2017.
- [4] J. Ineng, M. Sihaloho, and J. S. Tangio, "Deskripsi Hirarki Kemampuan Siswa Kelas XI SMA Negeri 1 Gorontalo dalam Memahami Materi Ikatan Kimia dengan Menggunakan Instrument Tes Terstruktur," vol. 11, pp. 70–73, 2016.
- [5] L. Abdul, R. Laliyo, J. Pendidikan, K. Fmipa, and U. N. Gorontalo, "Model Mental Siswa Dalam Memahami," no. c, pp. 1–12.
- [6] L. Laliyo, "Pengaruh Strategi Pembelajaran Dan Gaya Kognitif Spasial Terhadap Hasil Belajar Ikatan Kimia Siswa Kelas XI SMA Negeri Di Gorontalo," *J. Pendidik. dan Pembelajaran*, vol. 19, no. 1, pp. 14–27, 2012.
- [7] K. Nusi, L. A. R. Laliyo, N. Suleman, and R. Abdullah, "Hidrolisis Garam Description of S tudents ' Conceptual Understanding of Salt Hydrolysis Material," vol. 12, no. 1, pp. 118–127, 2021.
- [8] W. Hariani, L. A. R. Laliyo, and W. J. A. Musa, "Kemampuan Pemahaman Konseptual dan Algoritmik Siswa dalam," vol. 11, pp. 196–203, 2016.
- [9] F. Sanubari, S. Yamtinah, and T. Redjeki, "Penerapan Metode Pembelajaran Tutor Teman Sebaya Dilengkapi Dengan Media Interaktif Flash Untuk Meningkatkan Minat Dan Prestasi Belajar Siswa Kelas Xi Ipa 1 Sma Negeri 1 Sukoharjo Tahun Pelajaran 2013/2014 Pada Materi Larutan Penyangga," *J. Pendidik. Kim.*, vol. 3, no. 4, pp. 145–154, 2014.
- [10] M. Sihaloho, "Analisis Kesalahan Siswa Dalam Memahami Konsep Larutan Buffer pada Tingkat Makroskopis dan Mikroskopis," vol. VIII, 2013.

- [11] R. Nurhujaimah, I. R. Kartika, and M. Nurjaydi, "Analisis Miskonsepsi Siswa Kelas XI SMA pada Materi Larutan Penyangga Menggunakan Instrumen Tes Three Tier Multiple Choice," *J. Paedagog.*, vol. 19, no. 1, pp. 15–28, 2016.
- [12] R. A. Marsita, S. Priatmoko, and E. Kusuma, "Dalam Memahami Materi Larutan Penyangga Dengan Menggunakan Two-Tier Multiple," no. 1, pp. 512–520, 2010.

POTENSI PENAMBAHAN EKSTRAK KUBIS UNGU (*Brassica oleraceae*) SEBAGAI ANTIOKSIDAN ALAMI PADA MINYAK GORENG CURAH

Roushandy Asri Fardani¹, Maizun Sopian²,
Politeknik Medica Farma Husada Mataram
fardaniroushandy@gmail.com¹

ABSTRAK

Minyak goreng merupakan salah satu produk pangan yang banyak dibutuhkan baik dalam rumah tangga maupun komersial karena termasuk salah satu kebutuhan pokok bagi manusia. Akan tetapi angka bilangan peroksida pada minyak goreng curah sangat tinggi mengakibatkan ketengikan pada minyak goreng curah, selama ini untuk mengatasi hal tersebut masih menggunakan antioksidan sintetik seperti *Butylated Hydroxytoluen* (BHT). Dimana penggunaan BHT bersifat karsinogenik. Melihat hal tersebut sehingga perlu dicari alternatif penggunaan antioksidan alami. Tujuan penelitian ini yaitu mengetahui potensi penambahan antioksidan alami yaitu ekstrak kubis ungu (*Brassica oleraceae*) terhadap bilangan peroksida pada minyak goreng curah dengan 3 perlakuan yaitu minyak goreng curah sebagai kontrol, minyak goreng curah + BHT, minyak goreng curah+ekstrak kubis ungu yang hasil analisisnya dibandingkan dengan nilai SNI-3741-2013 minyak goreng curah. Metode penentuan bilangan peroksida menggunakan titrasi iodometri. Hasil analisis menunjukkan bilangan peroksida dari minyak goreng curah yang tanpa ditambahkan antioksidan 9,08 Meq/gr, Minyak goreng curah yang ditambahkan antioksidan sintesis, BHT: 1,73 Meq/gr, Minyak goreng curah ditambahkan ekstrak kubis ungu: 3,65 Meq/gr. Ekstrak kubis ungu dapat digunakan sebagai antioksidan alami pada minyak goreng curah.

Kata kunci : minyak goreng, kubis ungu, antioksidan, peroksida

ABSTRACT

Cooking oil is one of the food products that are needed both in households and commercially because it is one of the basic needs for humans. However, the number of peroxides in bulk cooking oil is very high causing rancidity in bulk cooking oil, so far, synthetic antioxidants such as Butylated Hydroxytoluene (BHT) are used to overcome this problem. Where the use of BHT is carcinogenic. Seeing this, it is necessary to look for alternative natural antioxidants. The purpose of this study was to determine the potential for adding natural antioxidants, like purple cabbage extract (*Brassica oleraceae*) to the peroxide value of bulk cooking oil with 3 treatments, bulk cooking oil as control, bulk cooking oil + BHT, bulk cooking oil + purple cabbage extract. compared with the value of SNI-3741-2013 bulk cooking oil. The method of determining the number of peroxides using iodometric titration. The results of the analysis showed that the peroxide value of bulk cooking oil without added antioxidants was 9.08 Meq/gr, Bulk cooking oil added with synthetic antioxidants, BHT: 1.73 Meq/gr, Bulk cooking oil added purple cabbage extract: 3.65 Meq/ gr. Purple cabbage extract can be used as a natural antioxidant in bulk cooking oil.

Keyword: cooking oil, purple cabbages, antioxidant, peroxide

PENDAHULUAN

Minyak merupakan medium penggoreng bahan pangan yang banyak dikonsumsi masyarakat luas. Kurang lebih 290 juta ton minyak dikonsumsi tiap tahun. Banyaknya permintaan akan bahan pangan yang digoreng merupakan suatu bukti yang nyata mengenai betapa besarnya jumlah bahan pangan digoreng yang dikonsumsi oleh lapisan masyarakat dari segala tingkat usia. Tujuan penggorengan dalam bahan pangan untuk memperbaiki rupa dan tekstur fisik bahan pangan, memberikan cita rasa gurih, menambah nilai gizi dan kalori dalam bahan pangan. Terdapat 2 (dua) jenis minyak goreng yaitu minyak goreng curah dan minyak goreng kemasan. Kedua jenis minyak tersebut sama-sama hasil produksi namun letak perbedaannya pada proses penyaringannya yang mempengaruhi kualitas minyak goreng. Minyak goreng kemasan mengalami satu kali penyaringan¹. Minyak goreng curah merupakan minyak kelapa sawit yang dikemas menggunakan drum dan dipasarkan menggunakan mobil tangki ke berbagai pasar. Minyak dipasarkan dengan wadah-wadah terbuka, selain itu minyak goreng curah juga tidak disertai dengan kemasan yang dijamin kebersihannya sehingga minyak goreng curah sangat mudah untuk teroksidasi dan mudah mengalami ketengikan²

Berbagai penelitian telah dilakukan untuk mengatasi ketengikan dengan menggunakan antioksidan untuk meningkatkan mutu minyak. Panagan³ telah meneliti bahwa "Penambahan bubuk bawang merah sebagai antioksidan kedalam minyak dapat memperbaiki mutu minyak goreng curah dengan menurunkan angka peroksida Antioksidan yang banyak digunakan saat ini yaitu antioksidan sintesis dan belum banyak yang menggunakan antioksidan alami. penggunaan antioksidan sintesis seperti BHA (*Butil Hidroksi Anisol*) dan BHT (*Butil Hidroksi Toulene*) sangat efektif untuk menghambat minyak atau lemak agar tidak terjadi oksidasi. Tetapi penggunaan BHA dan BHT banyak menimbulkan kekhawatiran akan efek sampingnya terhadap kesehatan. Kekhawatiran efek samping terhadap penggunaan antioksidan sintesis sehingga perlu mencari alternatif pemanfaatan bahan alami untuk digunakan sebagai antioksidan alami yang lebih aman. Salah satu tumbuhan yang dikenal sebagai tumbuhan yang berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai antioksidan alami adalah Kubis Ungu.

Dalam kubis ungu terdapat banyak komponen bioaktif yaitu isotiosianat, Vitamin A, B, C dan antosianin. Antosianin merupakan pigmen alami pada kubis ungu yang larut dalam air dan bersifat antioksidan. Selain itu antosianin dalam kubis ungu mempunyai sensitifitas tinggi dalam perubahan warna disetiap tingkat perubahan pH dari asam ke basa⁴. Antosianin memiliki kemampuan yang tinggi sebagai antioksidan karena kemampuannya menangkap radikal bebas dan menghambat peroksida lemak, sehingga tanaman kubis ungu diperkirakan memiliki potensi sebagai antioksidan alami pada minyak goreng curah. Berdasarkan uraian diatas masih banyak terdapat produksi minyak goreng curah yang belum menggunakan antioksidan untuk mengatasi masalah ketengikan pada minyak goreng curah. Pemanfaatan Kubis ungu diharapkan bisa menjadi salah satu alternatif yang berpotensi dalam mengatasi ketengikan pada minyak goreng curah.

METODE

Pembuatan ekstrak kubis ungu:

Maserasi terhadap kubis ungu dilakukan melalui langkah-langkah berikut, kubis ungu yang telah dibersihkan lalu diiris kecil-kecil kemudian dikeringkan dengan dioven. Selanjutnya dimaserasi dengan menggunakan pelarut alkohol 96% dan asam klorida 1,5 N dengan perbandingan (85:15 (v/v) selama 4 x 24 jam kemudian disaring, Ekstrak kubis ungu dipekatkan dengan rotary evaporator.

Tahap Preparasi

Diambil minyak curah sebanyak 150 gr dimasukkan ke dalam erlenmeyer. Dipanaskan sampai suhu 90°C dengan menggunakan *hot plate*. Dimasukkan 30 mL ekstrak kubis ungu sambil diaduk. Pertahankan suhu tersebut selama 15 menit. Kemudian erlenmeyer diangkat dari *hot plate* dan didinginkan pada suhu kamar. Dibiarkan sampai 5 hari pada udara terbuka. Hal yang sama seperti di atas dilakukan juga untuk minyak goreng curah sebagai kontrol. Setelah proses preparasi sampel, dilakukan beberapa uji terhadap minyak goreng curah tersebut.

Uji Bilangan peroksida

Sebanyak 0,1 gram minyak goreng curah dimasukkan kedalam erlenmeyer 250 ml. Ditambahkan 30 ml pelarut campuran kloroform –asam asetat glasial. Setelah minyak larut sempurna, ditambahkan 0,5 ml larutan KI sambil dikocok. Kemudian ditambah 30 ml aquades. Iodium yang dibebaskan oleh peroksida di titrasi dengan larutan standar natrium tiosulfat 0,1 N dengan indikator amilum. Lakukan ditiga sampel minyak.

HASIL

Pada penelitian ini sampel terdiri dari tiga perlakuan, yaitu minyak goreng curah yang ditambahkan antioksidan alami berupa ekstrak kubis ungu, minyak goreng curah yang ditambahkan antioksidan sintetis berupa BHT dan minyak goreng curah yang tidak ditambahkan antioksidan sebagai kontrol. Kualitas minyak goreng curah diketahui melalui uji karakteristik minyak goreng curah yaitu uji bilangan peroksida. Adapun hasil uji tersebut dapat dilihat pada Tabel dibawah ini:

Tabel 1. Hasil uji bilangan peroksida pada minyak goreng curah

| No | Perlakuan | Bilangan Peroksida (Meq/gr) | Mutu Minyak Kelapa SNI-3741-2013 |
|----|------------------------|-----------------------------|----------------------------------|
| 1 | Kontrol | 9,08 | Maks 10 |
| 2 | MGC+BHT | 1,73 | |
| 3 | MGC+Ekstrak Kubis Ungu | 3,65 | |

Salah satu yang menjadi parameter kualitas minyak goreng curah adalah bilangan peroksida. Bilangan Peroksida adalah indeks jumlah lemak atau minyak yang telah mengalami oksidasi. Minyak yang mengandung asam-asam lemak tidak jenuh dapat teroksidasi oleh oksigen yang menghasilkan suatu senyawa disebut peroksida. Bilangan peroksida termasuk salah satu jenis radikal bebas yang bila dibiarkan terlalu lama akan menimbulkan efek yang tidak baik bagi kesehatan. Dalam jangka waktu yang cukup lama peroksida dapat mengakibatkan destruksi beberapa macam vitamin dalam bahan pangan berlemak. Penentuan bilangan peroksida didasarkan atas pengukuran sejumlah iod yang dibebaskan dari Kalium Iodida (KI) melalui reaksi oksidasi oleh peroksida dalam minyak. Berdasarkan tabel 1 Hasil penelitian menunjukkan bilangan peroksida minyak goreng curah sebagai kontrol sebesar 9,08, minyak goreng curah dengan antioksidan sintetis 1,73, minyak goreng curah yang ditambahkan antioksidan alami 3,65. Berdasarkan data tersebut dapat dilihat bahwa minyak goreng curah yang digunakan sebagai kontrol memiliki bilangan peroksida yang lebih tinggi dibandingkan dengan minyak goreng curah yang ditambahkan antioksidan alami dan antioksidan sintetis. Ini menunjukkan bahwa minyak goreng curah tanpa antioksidan lebih tinggi dibandingkan minyak kelapa yang ditambahkan antioksidan alami dan antioksidan sintetis. Hal ini disebabkan banyak kandungan asam lemak tak jenuh pada minyak kontrol yang mengalami reaksi oksidasi sehingga terbentuk peroksida. Faktor lain yang mempengaruhi tingginya bilangan peroksida pada sampel tersebut adalah wadah penyimpanannya terbuka sehingga minyak tersebut mudah bereaksi dengan udara. Sementara itu minyak yang sudah ditambahkan antioksidan alami maupun sintetis memiliki bilangan peroksida yang lebih kecil. Rendahnya bilangan peroksida tersebut diduga karena adanya antioksidan yang dapat menghambat terjadinya reaksi oksidasi pada minyak goreng curah. Dugaan tersebut sesuai dengan pendapat Panangan (2010), Bahwa reaksi oksidasi pada lemak atau minyak dapat dihambat dengan menggunakan antioksidan. Antioksidan memiliki kemampuan sebagai penghambat reaksi oksidasi oleh radikal bebas yang reaktif, antioksidan alami secara toksikologi lebih aman dikonsumsi dan lebih mudah diserap oleh tubuh daripada antioksidan sintesis. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa penambahan antioksidan berupa ekstrak kubis ungu dapat memperlambat ketengikan dengan menghambat kenaikan bilangan peroksida pada sampel minyak goreng curah. Bilangan peroksida merupakan salah satu parameter untuk menentukan derajat kerusakan pada minyak. Timbulnya bau tengik dan rasa yang tidak dikehendaki dalam bahan pangan juga dapat dipercepat oleh peroksida. Semakin tinggi bilangan peroksida yang dihasilkan, maka minyak

goreng curah akan lebih mudah mengalami kerusakan. Berdasarkan hasil penelitian ini menunjukkan bahwa ekstrak kubis ungu dapat digunakan sebagai antioksidan alami pada minyak goreng curah, penambahan ekstrak kubis ungu pada minyak goreng curah tidak merubah warna minyak goreng tersebut.

SIMPULAN

Disimpulkan bahwa penambahan antioksidan alami berupa ekstrak kubis ungu pada minyak goreng curah dapat menurunkan nilai bilangan peroksida, sehingga ekstrak kubis ungu ini berpotensi sebagai antioksidan alami pada minyak goreng curah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ketaren, S. 2008. Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan. Jakarta: Universitas Indonesia.
- [2] R. Azuma, Y. Baillet, R. Behringer, S. Feiner, S. Julier, and B. MacIntyre, "Recent advances in augmented reality," *IEEE Comput. Graph. Appl.*, vol. 21, no. 6, pp. 34–47, 2001.
- [3] Panangan, A. T., 2010, Pengaruh Penambahan Bubuk Bawang Merah (*alliumascalonicum*) terhadap Bilangan Peroksida dan Kadar Asam Lemak
- [4] Yusuf, M., Indriati, Sr., Attahmud, Nur, F. Karakteristik Antosianin Kubis Merah Sebagai Indikator Pada Kemasan Cerdas, *Jurnal Galung Tropika*, 7(1), 46-55.
- [5] Winarno, F.G, 2004, *Kimia Pangan dan Gizi*, Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- [6] Winarsi, Hery. (2011). *Antioksidan Alami dan Radikal Bebas*. Yogyakarta: Kanisius.

IDENTIFIKASI SENYAWA METABOLIT SEKUNDER RAMUAN SOPI TRADISIONAL DAERAH CAMPLONG DENGAN MENGGUNAKAN METODE FERMENTASI DAN EKSTRAKSI YANG BERSUMBER DARI PISANG KEPOK (*Musa paradisiaca L.*)

Benyamin Widu¹, Yosep Lawa, S.Pd., M.Biotech², Lolita A. M. Parera, S.Si., M.Pkim³
*)Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan,
Universitas Nusa Cendana
E-mail korespondensi : minwidu@gmail.com, megilolita@gmail.com

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian identifikasi senyawa metabolit sekunder ramuan sopi tradisional daerah Camplong dengan menggunakan metode ekstraksi dan fermentasi yang bersumber dari pisang kepok (*Musa paradisiaca L.*). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan senyawa metabolit sekunder yang dihasilkan dari metode ekstraksi dan fermentasi pada ramuan sopi tradisional. Pada tahap ekstraksi, pisang kepok difermentasi dan dimurnikan dengan metode destilasi, destilat digunakan sebagai pelarut dalam proses maserasi ramuan sopi. Kemudian dipekatkan menggunakan *rotary evaporator*. Sedangkan pada fermentasi langsung, ramuan sopi dicampurkan dengan pisang kepok dan dimurnikan dengan metode destilasi. Hasil yang diperoleh dari kedua metode tersebut dilakukan uji fitokimia untuk mengetahui golongan senyawa metabolit sekunder yang terkandung di dalamnya. Hasil uji fitokimia menunjukkan bahwa metode ekstraksi mampu menghasilkan senyawa metabolit sekunder alkaloid, flavanoid, saponin, sedangkan fermentasi langsung mengandung senyawa alkaloid. Perbedaan ini dipengaruhi oleh suhu pada proses destilasi mengakibatkan senyawa mengalami denaturasi. Senyawa metabolit sekunder yang diperoleh dilakukan uji spektrofotometer UV-Vis untuk melihat panjang gelombang dari setiap senyawa. Panjang gelombang maksimum yang diperoleh pada metode ekstraksi maserasi untuk alkaloid 215 nm dan 226 nm serta 430 nm untuk flavanoid, untuk fermentasi langsung panjang gelombang maksimum alkaloid yang diperoleh adalah 222. Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa metode ekstraksi lebih efektif menghasilkan senyawa metabolit sekunder dibandingkan dengan fermentasi.

Kata kunci: *Fermentasi, metabolit sekunder, sopi, suhu.*

ABSTRACT

Research has been carried out to identify secondary metabolites of traditional sopi ingredients from the Camplong area using extraction and fermentation methods sourced from kepok bananas (*Musa paradisiaca L.*). This study aims to determine the differences in secondary metabolites produced from the extraction and fermentation methods in traditional sopi ingredients. At the extraction stage, kepok bananas are fermented and purified by the distillation method, the distillate is used as a solvent in the maceration process of sopi ingredients. Then concentrated using a rotary evaporator. While in direct fermentation, the sopi ingredients are mixed with kepok bananas and purified by the distillation method. The results obtained from both methods were carried out by phytochemical tests to determine the class of secondary metabolites contained in them. The results of the phytochemical test showed that the extraction method was able to produce secondary metabolites of alkaloids, flavonoids, and saponins, while direct fermentation contained alkaloid compounds. This

difference is influenced by the temperature in the distillation process resulting in the compound being denatured. The secondary metabolites obtained were tested by UV-Vis spectrophotometer to see the wavelength of each compound. The maximum wavelength obtained in the maceration extraction method for alkaloids is 215 nm and 226 nm and 430 nm for flavonoids, for direct fermentation the maximum wavelength of alkaloids obtained is 222. From the results of this study it can be concluded that the extraction method is more effective in producing secondary metabolites than by fermentation.

Keywords: *Fermentation, secondary metabolites, sopi, temperature.*

PENDAHULUAN

Nusa Tenggara Timur adalah salah satu provinsi yang dikenal dengan kebiasaan masyarakatnya mengkonsumsi minuman beralkohol. Minuman beralkohol tradisional di Nusa Tenggara Timur penyebutannya bervariasi diantaranya Sopi (Timor), *Moke* (Mauwere), *Arak* (Lembata dan Flores Timur), atau *Peci* (Sumba). Minuman beralkohol di Nusa Tenggara Timur sudah menjadi kebiasaan atau tradisi yang diturunkan oleh orang tua dan masih dipertahankan sampai sekarang.

Sopi dipercaya mengandung khasiat obat dan sudah digunakan untuk menyembuhkan beberapa penyakit, namun belum banyak dibuktikan secara ilmiah. Dampak positif yang dirasakan oleh masyarakat sopi mampu memulihkan badan yang kelelahan ketika bekerja. Pernyataan tersebut sesuai dengan hasil penelitian Detha *et al.*, (2016), sopi diketahui memiliki kemampuan antimikroba terhadap bakteri *Salmonella typhimurium* dan *Salmonella enteritidis*, sehingga sopi mampu menghambat, membasmi atau menyingkirkan mikroorganisme serta mencegah pembusukan dan perusakan oleh mikroorganisme (Kurniawan, 2011). Beberapa ramuan sopi juga digunakan seperti lino dan sirih hutan membantumasyarakat yang sedang bersalin. Hal ini dikarenakan sopi mengandung senyawa metabolit sekunder atau senyawa bioaktif dalam tanaman tersebut yang biasa digunakan dalam bidang farmasi.

Senyawa metabolit sekunder merupakan senyawa kimia yang umumnya mempunyai kemampuan bioaktivitas dan berfungsi sebagai pelindung tumbuhan dari gangguan hama penyakit. Senyawa metabolit sekunder memiliki berbagai manfaat seperti antioksidan, antibakteri, antijamur serta antimikroba (Kalaichelvi, 2017). Senyawa metabolit sekunder yang terkandung dalam bahan sopi asal Camplong belum diketahui secara pasti, sehingga banyak masyarakat yang menganggap minum sopi hanya sekedar memulihkan badan yang lelah atau senang-senang saja dan bahkan sering dilakukan razia atau larangan minum sopi yang dikeluarkan oleh pihak keamanan karena menimbulkan masalah bagi masyarakat ketika mengonsumsi secara berlebihan. Sehingga untuk diketahui lebih lanjut serta pemanfaatan sopi perlu dilakukan identifikasi senyawa metabolit sekunder dengan metode ekstraksi dan fermentasi.

Ekstraksi merupakan pemindahan zat aktif yang semula berada di dalam sel ditarik keluar oleh pelarut sehingga zat aktif tersebut terlarut di dalam pelarut (Lavanya *et al.*, 2017). Efektivitas ekstraksi suatu senyawa oleh pelarut sangat tergantung kepada kelarutan senyawa tersebut dalam pelarut, sesuai dengan prinsip *like dissolve like* yaitu suatu senyawa akan terlarut pada pelarut dengan sifat yang sama. Pelarut yang digunakan yaitu etanol. Pisang kepok memiliki kandungan rata-rata air 65,94%, abu 0,72%, lemak 0,1% dan karbohidrat 31,48% (Harefa *et al.*, 2017). Dalam kandungan karbohidrat yang cukup tinggi (31,48%) pisang kepok berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku dalam pembuatan etanol melalui proses fermentasi (Setiawati *et al.*, 2013).

Penelitian yang memanfaatkan kulit pisang kepok pernah dilakukan oleh (Setiawati *et al.*, 2013) memanfaatkan limbah kulit pisang sebagai bahan baku pembuatan bioetanol. Penelitian Detha dan Datta, (2016) pada sopi dan moke asal Sikumana menggunakan pelarut etanol *p.a* sopi positif mengandung senyawa metabolit sekunder sejenis alkaloid. Namun, penelitian terkait identifikasi kandungan senyawa metabolit sekunder pada ramuan tradisional dari daerah Camplong dengan metode ekstraksi dan fermentasi pada proses

pembuatan sopi dari buah pisang kepek belum pernah dilakukan dan merupakan penelitian terbaru.

METODE

Preparasi Sampel

Buah pisang kepek yang sudah matang diambil dan dipisahkan dari kulitnya kemudian dipotong kecil-kecil *diblender*. Sampel ramuan sopi yang digunakan pada penelitian ini kulit pohon Laru (sejenis kayu dari tanaman *Alstonia acuminata* Miq.), kulit batang lelak (*Uvario rufa*), kulit batang faloak (*Steculia urceolata*, Smith), kulit batang lino (*Vatica puciflora*), batang sirih hutan (*Piper aduncum*). Semua sampel terlebih dahulu dicuci untuk menghilangkan kotoran yang menempel dan dikeringkan. Kemudian bahan dipotong kecil-kecil lalu dihaluskan hingga menjadi serbuk. Selanjutnya buah pisang kepek yang sudah matang diambil dan dipisahkan dari kulitnya kemudian dipotong kecil-kecil dan *diblender*.

Pembuatan Starter

Diambil 50 gram ragi roti ditambahkan gula pasir sebanyak 100 gram dan aquades 1000 mL kemudian didiamkan selama satu hari. Proses dilanjutkan dengan dua metode yang berbeda dari sampel. Untuk yang pertama dilakukan pembuatan pelarut terlebih dahulu dengan fermentasi pisang dan destilasi, destilat tersebut yang digunakan sebagai pelarut untuk proses ekstraksi ramuan sopi (ekstraksi maserasi) yang kedua sampel ramuan sopi ditambahkan langsung pada saat proses fermentasi (fermentasi langsung).

Ekstraksi Maserasi

Sampel pisang yang telah *diblender*, ditimbang sebanyak 2500 gram dimasukkan kedalam wadah fermentasi ditambahkan starter sebanyak 1000 mL kemudian ditambahkan aquades sebanyak 6500 mL. Pisang kepek hasil fermentasi diambil sebanyak 250 mL, kemudian ditampung dalam labu alas bulat dan labu tersebut dipasang pada alat destilasi. Selanjutnya didestilasi pada suhu 79°C sampai didapatkan destilat sebanyak 50 mL. Destilat ditampung dalam botol plastik. Masing-masing sampel ramuan sopi ditimbang kulit pohon laru 300 gram, kulit batang lelak 100 gram, kulit batang faloak 100 gram, kulit batang lino 100 gram, batang sirih hutan 50 gram, dicampurkan selanjutnya diekstraksi menggunakan metode maserasi dengan pelarut hasil fermentasi dari pisang sebanyak 2,5 L selama 7 x 24 jam. Filtrat yang dihasilkan selanjutnya dipekatkan dengan *rotary evaporator* pada suhu 40°C.

Identifikasi Senyawa Metabolit Sekunder dengan Reagen

Dilakukan uji alkaloid, uji flavonoid, uji triterpenoid dan steroid, uji saponin, uji fenol, uji tannin.

HASIL

Uji fitokimia yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu uji flavanoid, alkaloid, triterpenoid, steroid, tanin dan saponin, hasil identifikasi dapat di lihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil uji fitokimia

| No | Golongan Senyawa | Perubahan yang Diamati | Hasil |
|--|------------------|-------------------------------|-------|
| 1 | Alkaloid | Ada endapan kuning | + |
| 2 | Flavanoid | Larutan berwarna merah jingga | + |
| 3 | Triterpenoid | Terbentuknya cincin | - |
| 4 | Steroid | Terbentuknya cincin | - |
| 5 | Tanin | Warna hijau kehitaman | - |
| 6 | Saponin | Adanya busa | + |
| Keterangan : simbol (+) terdeteksi dan simbol (-) tidak Terdeteksi | | | |

Berdasarkan Tabel 1 dapat diketahui kandungan metabolit sekunder yang terdeteksi pada bahan ramuan sopi melalui ekstraksi etanol hasil fermentasi pisang adalah flavanoid, alkaloid dan saponin. Uji adanya senyawa alkaloid dengan cara memasukkan sedikit ekstrak sampel pada tabung reaksi, kemudian ditambahkan HCl. Tujuan penambahan HCl adalah karena alkaloid bersifat basa sehingga biasanya diekstrak dengan pelarut yang bersifat asam (Sriwahyuni, 2010). Bukti kualitatif untuk memperoleh adanya alkaloid dengan reagen mayer. Di mana prinsip dari metode analisis ini adalah reaksi atom nitrogen yang mempunyai pasangan elektron bebas sehingga dapat digunakan untuk membentuk ikatan kovalen koordinat dengan ion logam (Sangi *et al.*, 2008). Diperkirakan nitrogen pada alkaloid akan bereaksi dengan ion logam K^+ dari kalium tetraiodomerkurat(II) membentuk kompleks kalium-alkaloid yang mengendap (Ayu *et al.*, 2015). Hasil identifikasi ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Isnayanti, (2020) metabolit sekunder yang terkandung dari ekstrak batang dan daun tanaman lelak (*Uvario rufa*) yakni flavonoid, alkaloid, saponin.

Senyawa golongan flavanoid diidentifikasi dengan mereaksikan sampel ekstrak ramuan sopi menggunakan pereaksi warna shibata. Ditambahkan metanol 50% panas, serbuk Mg dan HCl pekat. Tujuan penambahan HCl pekat untuk menghidrolisis flavanoid menjadi aglikonnya, yaitu dengan menghidrolisis O- glikosil. Glikosil akan tergantikan oleh H^+ dari asam karena sifatnya yang elektrofilik (Sakee, 2014). Glikosida berupa gula yang biasa dijumpai yaitu glukosa, galaktosa dan ramnosa. Hasil uji ini menunjukkan bahwa sampel yang awalnya berwarna oranye berubah menjadi jingga. Hasil uji menunjukkan bahwa sampel positif mengandung flavanoid. Warna jingga yang terbentuk merupakan warna yang dihasilkan dari pembentukan kompleks antara senyawa flavonoid dan Mg^{2+} . Senyawa kompleks ini terbentuk dari adanya ikatan kovalen koordinasi antara Mg^{2+} dengan atom O dari gugus OH fenolik pada flavonoid (Dayanti, 2012).

Hasil identifikasi ini sesuai dengan tinjauan pustaka dan penelitian yang dilakukan oleh Bria *et al* (2011). Bahwa berdasarkan uji fitokimia kulit batang falook positif mengandung senyawa flavanoid dan saponin. Uji saponin pada sampel ekstrak ramuan dilakukan dengan cara ditambahkan aquades kemudian dikocok. Hasil dari pengocokan tersebut diamati bahwa terbentuknya busa yang stabil. Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak positif mengandung saponin. Terbentuknya busa atau buih ini dikarenakan senyawa saponin memiliki sifat fisik yang mudah larut dalam air dan adanya senyawa lain yang tidak larut dalam air atau larut dalam pelarut non polar sebagai surfaktan yang dapat menurunkan tegangan permukaan. Busa yang terbentuk juga dikarenakan adanya glikosida yang mempunyai kemampuan membentuk buih di dalam air yang terhidrolisis menjadi glukosa dan senyawa lainnya. Adanya kombinasi struktur yaitu rantai saponin non polar yang larut dalam air menyebabkan timbulnya busa (Gambar 1) (Kristianingsih, 2002).

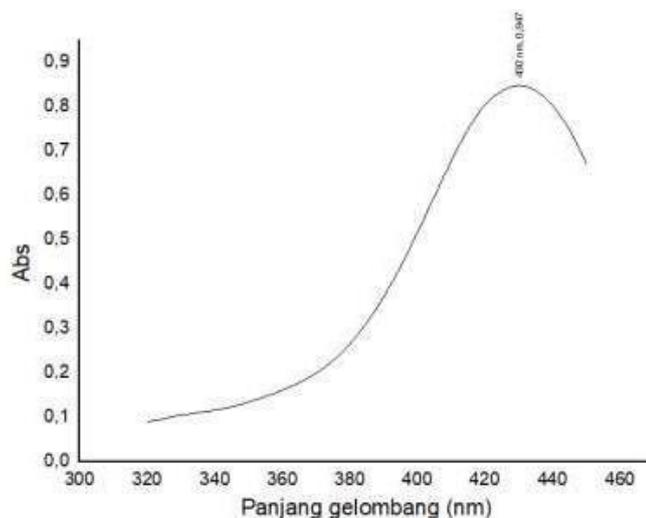


Gambar 1. Hasil uji saponin

Uji menggunakan instrumen UV-Vis dengan tujuan untuk mengetahui ada tidaknya senyawa metabolit sekunder secara pasti. Selanjutnya sampel hasil evaporasi di encerkan dengan konsentrasi 3 ppm. Pengenceran dilakukan dengan konsentrasi yang

sangat kecil atau dalam keadaan tidak pekat sehingga dalam menganalisis bisa menghasilkan absorbansi yang baik pada grafik. Untuk senyawa alkaloid dipindai panjang gelombang pada kisaran 100-400 yang merupakan kisaran panjang gelombang dari alkaloid (Astutiningsih *et al.*, 2012).

Untuk senyawa flavanoid dipindai pada panjang gelombang kisaran 400-700 nm (Sakee, 2014). Hasil penentuan panjang gelombang maksimum untuk senyawa flavanoid dapat di lihat pada Gambar 2 yang diperoleh panjang gelombang maksimum untuk flavanoid adalah 430 nm memiliki nilai serapan 0,847. Hasil ini membuktikan bahwa senyawa ini positif mengandung flavanoid. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh (Trinovita *et al.*, 2019) bahwa panjang gelombang maksimum flavanoid biasanya berada pada kisaran 400-435 nm. Beserta nilai absorbansi yang kuat menandakan adanya senyawa alkaloid pada sampel tersebut. Dari uji identifikasi dapat dibuktikan dengan pengamatan dari warna ekstrak, dimana hasil warna kemerahan menunjukkan adanya senyawa flavanoid. Yang mana warna tersebut merupakan ciri dari flavanoid (Gusnedi, 2013).



Gambar 2. Spektrum ekstrak sampel identifikasi flavonoid dengan Uv-Vis

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat di simpulkan bahwa Senyawa metabolit sekunder yang terlarut dari ramuan tradisional desa Camplong pada proses fermentasi pembuatan sopi pisang kepok adalah alkaloid, flavanoid, dan saponin, Senyawa metabolit sekunder apa yang terlarut dari ramuan tradisional desa Camplong pada destilat dari hasil fermentasi sopi pisang kepok adalah alkaloid.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alhogbi, B. G. (2017). Formulasi Krim Ekstrak Etanol Kulit Batang Faloak(*Sterculia Quadrifida* R.Br). *Journal Of Chemical Information And Modeling*, 53(9), 21–25. [Http://Www.Elsevier.Com/Locate/Scp](http://www.Elsevier.Com/Locate/Scp)
- [2]Astutiningsih, C., Nuzulia, F., & Suprijono, A. (2012). Isolasi Dan Identifikasi Senyawa Alkaloid Buah Mahkota Dewa (*Phaleria Macrocarpa* (Scheff.) Boerl) Secara Spektrofotometri Uv-Vis Dan Ir Serta Uji Toksisitas Akut Terhadap Larva *Artemia Salina* Leach. *Jurnal Farmasi Sains Dan Komunitas (Journal Of Pharmaceutical Sciences And Community)*, 9(2), 66–70. [Https://Www.E-Journal.Usd.Ac.Id/Index.Php/Jfsk/Article/View/72/60](https://www.E-Journal.Usd.Ac.Id/Index.Php/Jfsk/Article/View/72/60)
- [3] Correa, M., Bombardelli, M. C. M., Fontana, P. D., Bovo, F., Messias-Reason, I. J., Maurer, J. B. B., & Corazza, M. L. (2017). Bioactivity Of Extracts Of *Musa Paradisiaca*

- L. Obtained With Compressed Propane And Supercritical Co₂. *Journal Of Supercritical Fluids*, 122, 63–69. <https://doi.org/10.1016/j.supflu.2016.12.004>
- [4] Detha, A., Cendana, U. N., Datta, F. U., & Cendana, U. N. (2016). *Skrining Fitokimia Minuman Tradisional Moke Dan Sopi Sebagai Kandidat Antimikroba (Phytochemical Of Sopi And Moke As A Potential Antimicrobial Agent)*. June.
- [5] Gusnedi, R. (2013). *Analisis Nilai Absorbansi Dalam Penentuan Kadar Flavonoid Untuk Berbagai Jenis Daun Tanaman Obat*. 2(10), 76–83.
- [6] Hammado, N., & Illing, I. (2013). Identifikasi Senyawa Bahan Aktif Alkaloid Pada Tanaman Lahuna (*Eupatorium Odoratum*). *Jurnal Dinamika*, 04(2), 1–18.
- [7] Kumar, D., Kumar, S., & Kumar, A. (2020). Journal Of Water Process Engineering Extraction And Characterization Of Secondary Metabolites Produced By Bacteria Isolated From Industrial Wastewater. *Journal Of Water Process Engineering*, November, 101811. <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2020.101811>
- [8] Ningsih, A. W., Nurrosyidah, I. H., & Hisbiyah, A. (2018). Pengaruh Perbedaan Metode Ekstraksi Rimpang Kunyit (*Curcuma Domestica*) Terhadap Rendemen Dan Skrining Fitokimia. *Journal Of Pharmaceutical-Care Anwar Medika*, 2(2), 49–57. <https://doi.org/10.36932/jpcam.V2i2.27>.
- [9] Nunuk, Soekamto. A. S. (2003). *Beberapa Senyawa Fenol Dari Tumbuhan*. 8(1), 35–40.
- [10] Puspitasari, D. (2019). Pengaruh Metode Perebusan Terhadap Uji Fitokimia Daun Mangrove *Excoecaria Agallocha*. *Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal*, 6(1), 423–428. <https://doi.org/10.29103/Aa.V6i1.1046>.
- [11] Rahmawati, A. (2010). Pemanfaatan Limbah Kulit Ubi Kayu (*Manihot Utilissima* Pohl.) Dan Kulit Nanas (*Ananas Comosus* L.) Pada Produksi Bioetanol Menggunakan *Aspergillus Niger*. *To Bhma Tou Askληπιου*, 9(1), 76–99.
- [12] Trinovita, Y., Mundriyastutik, Y., Fanani, Z., & Fitriyani, A. N. (2019). Evaluasi Kadar Flavonoid Total Pada Ekstrak Etanol Daun Sangketan (*Achyranthes Aspera*) Dengan Spektrofotometri. *Indonesia Jurnal Farmasi*, 4(1), 12–18.

PERBANDINGAN PRODUK PLASTIK HDPE ASLI DAN DAUR ULANG YANG DICETAK DENGAN *EXTRUSION BLOW MOLDING* DILIHAT DARI GUGUS FUNGSI DAN KARAKTERISTIK MEKANIS

Mami Dwi Astuti¹, Muh. Wahyu Syabani^{1*}

Program Studi Teknologi Pengolahan Karet dan Plastik. Politeknik ATK Yogyakarta

*Email korespondensi : mw-syabani@kemenperin.go.id

ABSTRAK

Penggunaan plastik yang terus mengalami pertumbuhan turut meningkatkan jumlah limbah yang dihasilkan. Limbah plastik jenis termoplastik dapat dimanfaatkan kembali untuk menghasilkan produk jadi. Salah satu termoplastik yang banyak digunakan adalah *High density polyethylene* (HDPE). Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan kualitas produk yang dihasilkan dari HDPE asli dan daur ulang (rHDPE) berdasarkan gugus fungsi serta karakteristik mekanisnya. Produk plastik dibuat menggunakan *extrusion blow molding* (EBM), kemudian specimen dianalisa gugus fungsinya menggunakan *Fourier Transform Infra-Red (FTIR) Spectrophotometer*, nilai kekerasan dengan durometer dan elongasi serta kuat tariknya menggunakan *Universal Testing Machine* (UTM). Hasil pengujian FTIR menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan spektra yang mencirikan HDPE di 2915, 2848, 1473, 1462, 730 dan 718 cm^{-1} antara produk dari HDPE asli dan rHDPE. Hal ini menunjukkan bahwa rHDPE yang merupakan produk daur ulang relatif tidak mengalami kerusakan struktur kimia. Kondisi ini didukung dengan hasil pengujian karakteristik mekanis dimana nilai kekerasan, perpanjangan putus dan kuat tarik memiliki nilai yang tidak berbeda jauh. Dengan demikian, rHDPE pada digunakan sebagai pengganti HDPE asli dalam pembuatan produk plastik.

Kata kunci : rHDPE, *extrusion blow molding*, FTIR, karakteristik mekanis

ABSTRACT

Plastic consumptions were increased every year that contributing the increase of produced plastic waste. Thermoplastic waste can be used again to produce another final product. One of widely use thermoplastic was high density polyethylene (HDPE). This paper investigated the feasibility of substitution of virgin plastic with recycled plastic based on its functional group and mechanical properties. Plastic product was made by extrusion blow molding using virgin and recycled high density polyethylene (rHDPE). The functional groups of the product specimen were studied using Fourier Transform Infra-Red (FTIR) Spectrophotometer, hardness using durometer, elongation at break and tensile strength using Universal Testing Machine (UTM). The FTIR analysis shows us similar spectra for HDPE and rHDPE in spectra in 2915, 2848, 1473, 1462, 730 and 718 cm^{-1} . Therefore, even though rHDPE we recycled product, its chemical structure relatively intact. The result was in line with the mechanical properties analysis that also gives similar hardness, elongation at break and tensile strength value. In conclusion, the virgin HDPE can substitute using rHDPE without losing its mechanical properties.

Keyword: rHDPE, *extrusion blow molding*, FTIR, mechanical properties

PENDAHULUAN

Kebutuhan plastik nasional terus meningkat setiap waktunya, dari 2020 sebesar 5.290 ton (2020) dan diprediksi akan tumbuh sebesar 30,92% menjadi 6.986 ton (2025) [12]. Meningkatkan produksi plastik akan beriringan dengan jumlah limbah plastik yang dihasilkan [1][2]. Limbah plastik ini dapat berasal dari plastik habis pakai maupun produk plastik yang mengalami cacat saat diproduksi sehingga tidak dapat dijual kepada konsumen. Cacat pada saat pembuatan produk plastik diantaranya adalah cacat *short shot*, *flashing*, *flow mark*, *void* dan lainnya [3]. Beberapa jenis cacat minor dapat diperbaiki saat proses finishing produk, akan tetapi jenis cacat mayor akan menjadi limbah produksi.

Limbah plastik tidak mudah diurai oleh mikroorganisme sehingga membutuhkan waktu yang lama supaya dapat terdegradasi, begitupula dengan polimer berbasis polietilen (PE) [4]. Sementara itu, pembakaran plastik juga dapat menyebabkan dampak negatif terhadap lingkungan berupa pencemaran udara khususnya *emisi dioksin* yang bersifat karsinogen [14]. Alternatif penanganan limbah plastik adalah dengan melakukan proses daur ulang (*recycle*) menjadi biji plastik sehingga dapat dicetak kembali [14].

Plastik jenis termoplastik memiliki sifat akan melebur saat terkena panas, dan kembali memadat setelah panas dihilangkan. Dengan demikian, jenis plastik ini memiliki potensi besar untuk di cetak kembali menjadi produk baru. Akan tetapi, perlu diperhatikan bahwa selama proses produksi, terdapat potensi plastik yang diproses tidak mendapatkan distribusi panas yang homogen. Sehingga ada plastik yang mendapatkan suhu yang lebih tinggi maupun lebih rendah. Hal ini, dapat menyebabkan plastik mengalami kerusakan pada strukturnya sehingga mengakibatkan produk yang dihasilkan pun mengalami penurunan kualitas jika dibandingkan dengan biji plastik asli. Usaha untuk melindungi lingkungan ini tetap diharapkan tidak mengorbankan kualitas dari produk yang dihasilkan [6].

Terdapat beberapa tulisan yang sudah mengupas tentang pemanfaatan plastik daur ulang. rHDPE dapat digunakan kembali menjadi produk asbak, akan tetapi terjadi penurunan kualitas akibat terbentuknya cacat void dan permukaan tidak rata [1]. Daur ulang HDPE juga dapat dilakukan dengan cara pirolisis untuk mendapatkan minyak plastik sebagai bahan bakar [5]. Begitupula untuk pembuatan paving block, plastik dapat dimanfaatkan kembali [7].

Akan tetapi, sejauh pengetahuan penulis, belum ada yang membandingkan produk dari plastik daur ulang yang diproses menggunakan *extrusion blow molding*. Hal ini penting untuk dipelajari, karena material merupakan salah satu akar permasalahan sering terjadinya cacat pada produk [3]. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk membandingkan karakteristik mekanik dari produk meliputi kuat tarik (*tensile strength*), perpanjangan putus (*elongation at break*)

dan kekerasan (*hardness*). Hasil pengujian mekanik ini selanjutnya dikonfirmasi dengan melihat perbandingan gugus fungsi plastik berdasarkan pengujian FTIR.

METODE

Bahan Penelitian

Bahan baku yang digunakan adalah biji HDPE, biji HDPE daur ulang (rHDPE), pewarna jenis DCMB 6002 dan HCA 011209. Semua bahan baku diperoleh dari suplier lokal di Indonesia dan tanpa preparasi khusus sebelum digunakan.

Peralatan Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi alat proses dan alat uji yang terdiri dari alat pencampur (mixer) merek Hr2, extrusion blow molding merek SIKA, universal testing machine (UTM) merek Gester Instruments GT-C01, Durometer Shore D dan FTIR tipe ATR merek PerkinElmer FTIR Spectrometer Frontier.

Variabel Penelitian

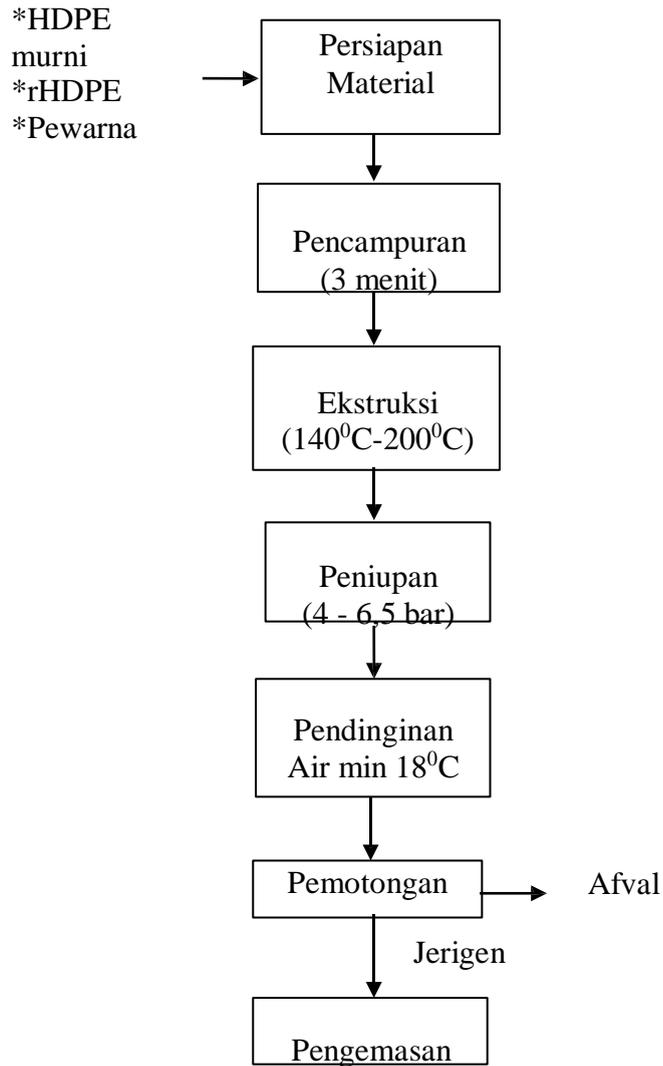
Dalam penelitian ini, faktor yang dipelajari adalah perbedaan bahan baku bijih plastik yang digunakan (HDPE asli dan rHDPE) dan juga pengaruh penggunaan zat warna. Formulasi yang digunakan disajikan pada tabel 1 berikut.

Tabel 1. Formulasi produk plastik

| Sampel | Jenis plastik | Pewarna |
|--------|-------------------------|--------------------------|
| P01 | HDPE murni | Tanpa pewarna |
| P02 | HDPE daur ulang (rHDPE) | 400 gram per 25 kg rHDPE |
| P03 | HDPE daur ulang (rHDPE) | 500 gram per 25 kg rHDPE |

Prosedur penelitian

Bijih plastik HDPE murni dimasukan langsung kedalam hopper extrusion blow molding, sedangkan rHDPE dan pewarna perlu dicampur terlebih dahulu dengan mixer. Sampel produk dicetak pada suhu 140 °C - 200 °C dan tekanan tiup 4 - 6,5 bar sesuai dengan diagram alir pada gambar 1 berikut.



Gambar 1. Diagram alir prosedur penelitian

Sampel untuk pengujian mekanik disiapkan sesuai ASTM D638 dengan pengu

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1 diatas menunjukkan formulasi yang digunakan untuk pembuatan jerigen 20 liter dengan berat 1000 gram. Berikut merupakan acuan pengujian kekerasan, kuat tarik dan elongasi .

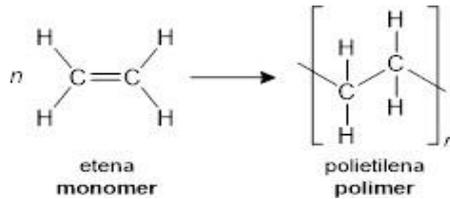
Tabel 2. Persyaratan Mutu

| Pengujian | HDPE | Units |
|------------|------------|-------------------|
| Kekerasan | Maks 55 | Shore D |
| Kuat Tarik | Min 25 | N/mm ² |
| Elongasi | Maks 1.800 | % |

Sumber : SNI 06-0939, 2006

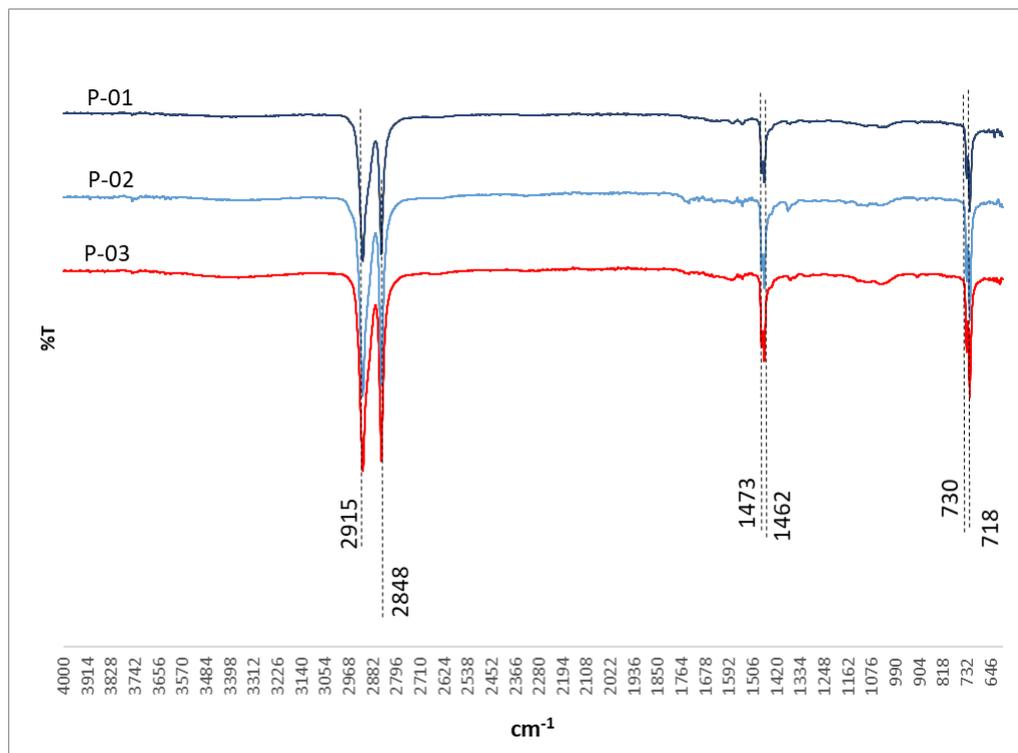
PERBANDINGAN GUGUS FUNGSI

Pengujian FTIR dilakukan untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan gugus fungsi dari sampel. Hal ini dapat digunakan untuk mengidentifikasi keberadaan senyawa baru akibat potensi kerusakan struktur dari rHDPE yang merupakan hasil daur ulang. Rumus kimia HDPE disajikan pada gambar 1 sedangkan spektra FTIR dapat dilihat pada gambar 2 berikut.



Gambar 1. Struktur HDPE

Sumber: Susianto, 2021

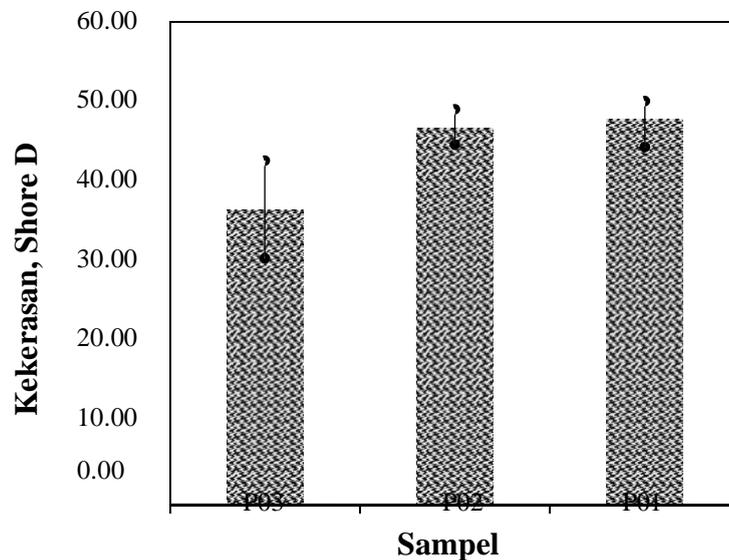


Gambar 2. Hasil pengujian FTIR

Berdasarkan gambar diatas terlihat bahwa sampel P01, P02 dan P03 memiliki puncak spektra yang mirip. Vibrasi pada spektra $718-730\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan keberadaan gugus $-\text{CH}_2$ (*rocking*), $1462-1473\text{ cm}^{-1}$ untuk gugus $-\text{CH}_2$ (*scissoring*), 2848 cm^{-1} untuk gugus $-\text{CH}_2$ (*stretching*) dan 2915 cm^{-1} untuk gugus $-\text{CH}_2$ (*stretching*) [8]. Hal ini memperlihatkan jika rHDPE yang merupakan bahan daur ulang tidak atau hanya sedikit mengalami kerusakan struktur kimia jika dibandingkan dengan HDPE murni. Hal tersebut menunjukkan bahwa penggunaan biji rHDPE masih efektif memiliki potensi tinggi untuk dicetak ulang menjadi produk kembali tanpa mengalami penurunan kualitas. Kerusakan rHDPE akibat mengalami degradasi pada saat mengalami pemanasan secara berulang ulang selama proses pencetakan tidak terlihat pada pengujian ini. Apabila terdapat kerusakan maka pada pengujian FTIR akan muncul vibrasi yang berbeda dengan milik HDPE murni.

PENGARUH TERHADAP KEKERASAN

Kekerasan merupakan kemampuan suatu material untuk menahan beban atau penekanan. Pengujian kekerasan menggunakan alat durometer yang bertujuan untuk mengukur ketahanan tingkat material terhadap *deformasi* plastik sehingga dapat menentukan kualitas material yang digunakan. Faktor yang mempengaruhi karakteristik plastik yaitu material, suhu dan tekanan [13]. Gambar 3 berikut menunjukkan hasil pengujian kekerasan dari ketiga sampel.

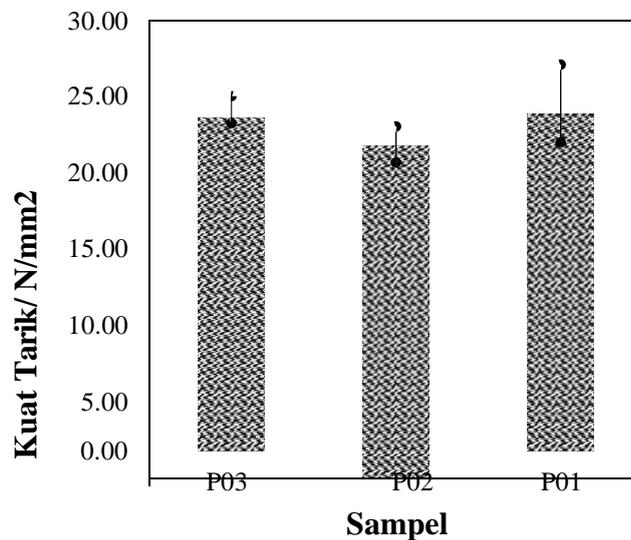


Gambar 3. Hasil Pengujian Kekerasan

Berdasarkan gambar 3 diatas terlihat bahwa sampel dengan HDPE murni memiliki nilai kekerasan paling tinggi dengan rata-rata 47,74 Shore D. Apabila dibandingkan dengan data FTIR, sebenarnya tidak banyak struktur HDPE yang rusak pada plastik daur ulang. Dengan demikian, perbedaan nilai ini lebih disebabkan oleh penggunaan aditif pewarna pada sampel P02 dan P03. Terlebih lagi, sampel P03 yang menggunakan zat warna paling banyak juga menunjukkan nilai kekerasan yang lebih rendah dibandingkan P02 dan P01. Sementara itu, ketiga nilai kekerasan dari sampel lebih rendah dibandingkan SNI 06-0939-2006 yaitu minimal 55 shore D. Hal tersebut bisa jadi dikarenakan pengaruh dari tipe resin HDPE yang digunakan.

PENGARUH TERHADAP KUAT TARIK

Kuat tarik merupakan tegangan maksimum yang dapat ditahan oleh suatu bahan ketika ditarik sebelum bahan tersebut putus [11]. Hasil dari pengujian kuat tarik disajikan pada gambar 4 berikut ini.

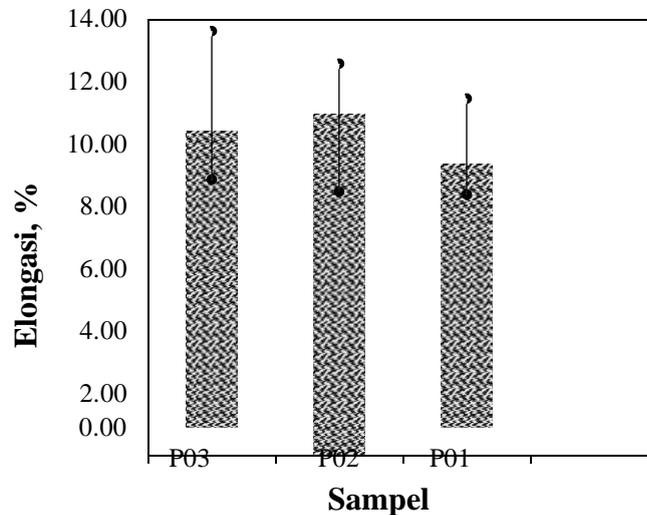


Gambar 4. Hasil Pengujian Kuat Tarik

Berdasarkan gambar 4 diatas terlihat bahwa sampel dengan HDPE murni (P01) memiliki nilai kuat tarik tertinggi yaitu 22,076 N/mm². Apabila dibandingkan, hasil pengujian ini memiliki nilai rata-rata yang hampir sama. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan rHDPE dan pewarna tidak terlalu mempengaruhi nilai kuat tarik. Kuat tarik memiliki sifat intensif dimana nilainya tidak tergantung dari ukuran specimen sampel melainkan jenis materialnya [6]. Nilai kuat tarik dan perpanjangan putus lebih dipengaruhi oleh kandungan struktur kristalin dalam materialnya [9]. Dengan demikian, pengujian kuat tarik ini selaras dengan hasil FTIR, dimana gugus fungsi ketiga sampel identik sehingga nilai kuat tariknya pun hampir sama.

PENGARUH TERHADAP PERPANJANGAN PUTUS

Hasil dari pengujian perpanjangan putus disajikan pada gambar 5 berikut ini. Semakin tinggi nilai perpanjangan putus (elongasi), maka plastik tersebut semakin plastis sehingga bahan tersebut dapat ditarik lebih mulur [15].



Gambar 5. Hasil pengujian perpanjangan putus

Berdasarkan gambar 5 di atas terlihat bahwa sampel yang memiliki nilai rata-rata tertinggi yaitu sampel P02 sebesar 10,99%. Dengan material plastik yang relatif sama, maka perbedaan ini kemungkinan dipengaruhi oleh penggunaan zat aditif saat pemrosesan yaitu pewarna. Pencampuran plastik dan aditifnya yang tidak menghasilkan campuran homogen dapat mempengaruhi nilai perpanjangan putus [10]. Hasil pengujian elongasi ini sudah memenuhi dengan standar mutu SNI 06-0939-2006 yaitu nilai maksimal kemuluran 1.800 %.

KESIMPULAN

Hasil pengujian FTIR menunjukkan jika plastik HDPE hasil daur ulang memiliki gugus fungsi yang mirip dengan HDPE murni. Vibrasi pada spektra $718-730\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan keberadaan gugus $-\text{CH}_2$ (*rocking*), $1462-1473\text{ cm}^{-1}$ untuk gugus $-\text{CH}_2$ (*scissoring*), 2848 cm^{-1} untuk gugus $-\text{CH}_2$ (*stretching*) dan 2915 cm^{-1} untuk gugus $-\text{CH}_2$ (*stretching*). Dengan demikian, terlihat bahwa kerusakan struktur yang berpotensi terjadi selama pemanasan berulang selama proses pencetakan tidak banyak merusak struktur kimia HDPE. Hal ini diperkuat dengan hasil pengujian kuat tarik antara ketiga sampel yang memberikan nilai tidak berbeda jauh, walaupun nilai kuat tarik tertinggi tetap dimiliki sampel HDPE murni (P01) yaitu 25.32 N/mm^2 . Sedangkan perbedaan pada hasil pengujian tingkat kekerasan dan perpanjangan putus turut dipengaruhi oleh keberadaan aditif pewarna yang digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Masyuroh and I. Rahmawati, "PEMBUATAN RECYCLE PLASTIK HDPE SEDERHANA MENJADI ASBAK," *ABDIKARYA: Jurnal Pengabdian dan Pemberdayaan Masyarakat*, vol. 3, no. 1, Art. no. 1, Apr. 2021.
- [2] L. Lubena, D. Imelda, F. Naidir, N. Ratnawati, D. Samodrawati, and F. E. F, "Pengayaan Teknologi Pengelolaan Sampah Plastik Menuju Wirausaha Mandiri di Pondok Pesantren Riyadhul Huda Kampung Babakan Ciangsana Kabupaten Bogor," *Dedikasi: Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, vol. 1, no. 2, Art. no. 2, Jun. 2021, doi: 10.31479/dedikasi.v1i2.84.
- [3] E. H. M. Langga, M. W. Sya' bani, and R. B. S. Wulung, "PENGARUH SUHU DAN TEKANAN INJEKSI TERHADAP CACAT SHORT SHOT PRODUK POLIKARBONAT PADA MESIN INJECTION MOLDING:," *Berkala Penelitian Teknologi Kulit, Sepatu, dan Produk Kulit*, vol. 16, no. 2, Art. no. 2, Aug. 2017.
- [4] Y. Kusumastuti, N. R. E. Putri, D. Timotius, Muh. W. Syabani, and Rochmadi, "Effect of chitosan addition on the properties of low-density polyethylene blend as potential bioplastic," *Heliyon*, vol. 6, no. 11, p. e05280, Nov. 2020, doi: 10.1016/j.heliyon.2020.e05280.
- [5] J. Wahyudi, H. T. Prayitno, and A. D. Astuti, "PEMANFAATAN LIMBAH PLASTIK SEBAGAI BAHAN BAKU PEMBUATAN BAHAN BAKAR ALTERNATIF," *JL*, vol. 14, no. 1, pp. 58–67, May 2018, doi: 10.33658/jl.v14i1.109.
- [6] N. Afati, A. K. Wibowo, and M. W. Syabani, "PENGARUH SUHU RUANGAN DAN KECEPATAN NIP ROLL TERHADAP KETEBALAN FILM PLASTIK HDPE," *Berkala Penelitian Teknologi Kulit, Sepatu, dan Produk Kulit*, vol. 20, no. 2, Art. no. 2, Feb. 2020.
- [7] Iswahyuni, I. Hermiyati, Suharyanto, U. F. Arifin, and D. N. Hidayati, "Physical-Mechanical Properties of Paving Block from Plastic Shopping Bags Waste and Sand," *Key Engineering Materials*, vol. 849, pp. 61–66, 2020, doi: 10.4028/www.scientific.net/KEM.849.61.
- [8] J. Charles and G. R. Ramkumaar, "Qualitative Analysis of High Density Polyethylene Using FTIR Spectroscopy," *Asian J. Chem.*, vol. 21, no. 6, p. 8, 2009.
- [9] P. Pagès, *Thermal analysis: fundamentals and applications to material characterization : proceedings of the International Seminar: Thermal Analysis and Rheology : Ferrol, Spain, 30 Juny - 4 July 2003*. A Coruña: Universidade da coruña. Servizo de Publicacións, 2006.
- [10] M. W. Syabani, C. Devi, I. Hermiyati, and A. D. Angkasa, "The effect of PVC's resin K-value on the mechanical properties of the artificial leather," *Majalah Kulit, Karet, dan Plastik*, vol. 35, no. 2, Art. no. 2, Jan. 2020, doi: 10.20543/mkkp.v35i2.5639.
- [11] Falaah, A. F., A. Cifriadi dan M. Chalid , 2015, Pengaruh Jenis Karet Alam terhadap Sifat Fisika Vulkanisat Karet untuk Produk Bantalan Jembatan, *Jurnal Sains Materi Indonesia*, Hal. 69-76, ISSN:1411-1098.
- [12] Gunawan Therisia dan Mecaël Alexander Ferdhian. 2015. *Green Strategy Perusahaan Plastik dalam Menghadapi Regulasi Pemerintah*. Program Studi Administrasi Bisnis. Universitas Katolik Parahyangan. Bandung.

- [13] Hartono, M. 2012. Meningkatkan Mutu Produk Plastik Dengan Metode Taguchi. *Jurnal Teknik Industri*. Vol.13(01). Hal 93-100.
- [14] Wahyudi Jatmiko, dkk. 2018. Pemanfaatan Limbah Plastik Sebagai Bahan Baku Pembuatan Bahan Bakar Alternatif. *Jurnal Litbang*. Vol. XIV.No.1. Hal. 58- 67.
- [15] Yuliasih Indah dan Biantri Raynasari. 2014. Pengaruh Suhu Penyimpanan Terhadap Sifat Fisik Mekanik Kemasan Plastik Ritel. *Jurnal Departemen Teknologi Industri Pertanian*. 368-379

ESTIMASI KUANTITATIF VARIABILITAS KOMPOSISI DIET NANO KALSIMUM FOSFAT UNTUK TIKUS OSTEOPOROSIS DENGAN ANALISIS REGRESI BERGANDA

Dr. Nurdeni, M.Si
Universitas Indraprasta PGRI Jakarta
*Email: anien_thea@yahoo.co.id

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini untuk mengukur variabilitas komposisi diet melalui analisis regresi berganda dari faktor-faktor kompleks yang terlibat tanpa melakukan studi percontohan. Kami membuat tiga jenis formulasi diet dengan komposisi bahan yang berbeda-beda. Kemudian kami menggunakan database ini untuk menyelidiki faktor utama yang mempengaruhi tingkat penyembuhan osteoporosis dan untuk melakukan analisis regresi berganda. Kami memverifikasi kegunaan persamaan regresi berganda yang kami peroleh dengan menerapkannya pada rencana studi klinis baru. Metode yang digunakan adalah identifikasi variabel dan komposisi diet. Variabel terikat yaitu diet nano kalsium fosfat untuk pemulihan osteoporosis akibat ovariectomi, sedangkan variable bebasnya terdiri dari 9 komponen penyusun diet tersebut. Untuk meminimalkan faktor perbedaan formulasi, pertama-tama kami memilih 3 jenis diet dengan masing-masing terdiri dari 9 komposisi bahan penyusunnya. Data dianalisis dengan uji asumsi klasik dan uji hipotesis. Uji asumsi klasik terdiri dari uji normalitas, uji multikolinieritas, uji heteroskedastisitas, dan uji autokorelasi. Sementara dalam uji hipotesis yaitu dengan melakukan uji simultan (uji F) dan uji signifikansi (uji T). Hasil penelitian menunjukkan bahwa komposisi mempunyai peran pengaruh pada nilai diet, komposisi diet glukosa memberi hasil yang lebih tinggi daripada komposisi yang lainnya. Jenis diet tidak memiliki peranan penting pada nilai diet. Hasil penelitian menunjukkan tidak terdapat interaksi antara kedua variabel terhadap nilai diet, artinya kedua variabel baik jenis diet maupun komposisi tidak saling tergantung.

Kata kunci : Variabilitas, Diet Nano, Kalsium Fosfat, Regresi Berganda

ABSTRACT

The aim of this study was to measure the variability of diet composition through multiple regression analysis of the complex factors involved without conducting a pilot study. We make three types of diet formulations with different compositions of ingredients. We then used this database to investigate the main factors influencing the healing rate of osteoporosis and to perform multiple regression analyses. We verified the usefulness of the multiple regression equations we obtained by applying them to a new clinical study plan. The method used is the identification of variables and diet composition. The dependent variable is the calcium phosphate nano diet for osteoporosis recovery due to ovariectomy, while the independent variable consists of 9 components that make up the diet. In order to minimize the factor of different formulations, we first selected 3 types of diets with each consisting of 9 compositions of ingredients. The data were analyzed by classical assumption test and hypothesis testing. Classical assumption test consists of normality test, multicollinearity test, heteroscedasticity test, and autocorrelation test. While in testing the hypothesis that is by conducting a simultaneous test (F test) and significance test (T test). The results showed that the composition had an influence on the value of the diet, the composition of the diet glucose gave higher yields than the other compositions. The type of diet does not have an important role in the value of the diet. The results showed that there was no interaction between the two variables on the

value of the diet, meaning that the two variables, both the type of diet and the composition, were independent of each other.

Keyword: Variability, Nano Diet, Calcium Phosphate, Multiple Regression

PENDAHULUAN

Untuk mengembangkan produk suplemen makanan atau diet, dalam menilai efektivitas produk tersebut, maka analisis matematika dan statistik perlu dilakukan [1,2]. Studi ini dirancang sebelum evaluasi aktual produk, biasanya dengan melakukan studi percontohan. Jumlah subjek yang diperlukan untuk analisis produk dihitung secara statistik berdasarkan hasil studi percontohan terhadap masing-masing variabel komposisi produk, dan pada formulasi antara produk uji serta referensi dalam hal bioavailabilitas [3].

Telah ada beberapa formula diet yang sudah standar. Tetapi, dalam komposisi diet masih ditemukan desain studi yang tidak konsisten. Oleh karena itu, formulasi yang ada belum memberikan acuan yang cukup, sehingga memerlukan analisis yang sistematis dan menyeluruh. Komposisi suatu diet mempengaruhi efektivitas diet itu sendiri [4]. Diet yang diproduksi untuk keperluan pemulihan suatu jenis penyakit misalnya osteoporosis, maka komposisi mineral seperti kalsium, fosfor dan magnesium dapat turut berkontribusi dalam formulasi diet tersebut [5,6]. Namun, efek dari faktor gabungan komposisi diet ini cukup rumit dan belum ada yang menjelaskannya secara sistematis.

Di sini kami bertujuan untuk mengukur variabilitas komposisi diet melalui analisis regresi berganda dari faktor-faktor kompleks yang terlibat tanpa melakukan studi percontohan. Kami membuat tiga jenis formulasi diet dengan komposisi bahan yang berbeda-beda. Kemudian kami menggunakan database ini untuk menyelidiki faktor utama yang mempengaruhi tingkat penyembuhan osteoporosis dan untuk melakukan analisis regresi berganda. Kami memverifikasi kegunaan persamaan regresi berganda yang kami peroleh dengan menerapkannya pada rencana studi klinis baru.

METODE

Identifikasi Variabel dan Komposisi Diet

Pada tahap ini dilakukan identifikasi variabel berupa variabel terikat dan variabel bebas. Variabel terikat yaitu diet nano kalsium fosfat untuk pemulihan osteoporosis akibat ovariektomi, sedangkan variabel bebasnya terdiri dari 9 komponen penyusun diet tersebut.

Sebuah database disusun untuk merangkum berbagai komposisi diet untuk produksi suatu diet nano kalsium fosfat yang dapat digunakan sebagai produk pangan untuk pemulihan osteoporosis. Data ini mengacu pada studi yang dilakukan oleh Mulyaningsih et al [7] dengan memilih 3 jenis diet yaitu diet A, B dan C yang masing-masing diet memiliki kandungan nano kalsium fosfat 1,0x; 1,5x dan 2,0x kebutuhan tikus normal. Masing-masing diet tersusun atas 9 jenis komposisi diet seperti ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi diet dalam setiap 100 g

| No | Komposisi | Jumlah Komposisi (% w/w) | | |
|----|-------------------------|--------------------------|---------------|---------------|
| | | A | B | C |
| 1 | Tepung Beras | 25,06 | 25,00 | 25,00 |
| 2 | Kasein | 18,05 | 18,00 | 18,00 |
| 3 | Minyak Jagung | 3,51 | 3,50 | 3,50 |
| 4 | Glukosa | 49,12 | 48,50 | 47,70 |
| 5 | DL-Methionine | 0,30 | 0,30 | 0,30 |
| 6 | Carboxymethyl Cellulose | 3,01 | 3,00 | 3,00 |
| 7 | Nano Kalsium Fosfat | 0,25 | 1,00 | 1,80 |
| 8 | Vitamin Mix | 0,50 | 0,50 | 0,50 |
| 9 | NaCl | 0,20 | 0,20 | 0,20 |
| | TOTAL | 100,00 | 100,00 | 100,00 |

A: Diet dengan kandungan nano kalsium fosfat 1,0x kebutuhan tikus normal

B: Diet dengan kandungan nano kalsium fosfat 1,5x kebutuhan tikus normal

C: Diet dengan kandungan nano kalsium fosfat 2,0x kebutuhan tikus normal

Analisis Data

Untuk mengukur persentase komposisi penyusun diet dengan analisis regresi berganda, perlu menggunakan nilai persentase yang akurat yang diperoleh dengan menghilangkan variabilitas setiap faktor (periode, formulasi, dan grup atau efek bawaan) dari persentase diet total. Untuk meminimalkan faktor perbedaan formulasi, pertama-tama kami memilih 3 jenis diet dengan masing-masing terdiri dari 9 komposisi bahan penyusunnya. Data dianalisis dengan uji asumsi klasik dan uji hipotesis. Uji asumsi klasik terdiri dari uji normalitas, uji multikolinieritas, uji heteroskedastisitas, dan uji autokorelasi. Sementara dalam uji hipotesis yaitu dengan melakukan uji simultan (uji F) dan uji signifikansi (uji T).

Analisis Anova Dua Arah

Pada tahap ini ditentukan koefisien atau parameter-parameter regresi dengan metode kuadrat terkecil mengacu pada teori Walpole, Myers, Myers, & Ye [8]. Perhitungan nilai koefisien regresi dilakukan dengan menyelesaikan solusi sistem. Solusi sistem tersebut dicari dengan menggunakan eliminasi Gauss mengacu pada teori Anton & Rorres [9]. Perhitungan dilakukan dengan bantuan tools SPSS versi 22. Nilai koefisien determinasi berkisar antara 0 sampai 1. Selanjutnya dilakukan evaluasi dengan menghitung nilai rata-rata kesalahan relatif (error).

HASIL

Untuk menganalisis komponen yang memberikan pengaruh signifikan terhadap diet, pertama-tama kami melakukan uji normalitas, hasilnya seperti ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Uji Normalitas

| One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test | | | |
|------------------------------------|----------------|--------|-----------|
| | | Jenis | Komposisi |
| N | | 27 | 27 |
| Normal Parameters ^{a,b} | Mean | 2.0000 | 5.0000 |
| | Std. Deviation | .83205 | 2.63117 |
| Most Extreme Differences | Absolute | .219 | .110 |
| | Positive | .219 | .110 |
| | Negative | -.219 | -.110 |
| Kolmogorov-Smirnov Z | | 1.136 | .570 |
| Asymp. Sig. (2-tailed) | | .151 | .901 |
| a. Test distribution is Normal. | | | |
| b. Calculated from data. | | | |

Berdasarkan Tabel 1 diatas menunjukkan bahwa nilai uji statistik Kolmogorov-Smimov Z Jenis = 1,136, dan Komposisi = 0,570, dan semua nilai Sig. > 0,05. Hal ini menunjukkan makna bahwa data berdistribusi normal.

Analisis terhadap data Diet dilakukan dengan menggunakan ANOVA dua arah dengan menggunakan program SPSS 20. Hasil uji ANOVA tersebut kemudian dilanjutkan dengan uji F untuk mengetahui signifikansi perbedaan diantara masing-masing kelompok secara signifikan (*simple effect*). Dengan kata lain, uji F digunakan dengan tujuan untuk melihat kelompok sampel mana yang lebih tinggi diet ditinjau dari jenis dan komposisi. Adapun hasil analisis data dengan menggunakan ANOVA ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Uji Hipotesis

| Tests of Between-Subjects Effects | | | | | |
|-----------------------------------|-------------------------|----|-------------|-----------|-------|
| Dependent Variable: Nilai | | | | | |
| Source | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
| Corrected Model | 6625.890 ^a | 10 | 662.589 | 4776.564 | .000 |
| Intercept | 3333.333 | 1 | 3333.333 | 24029.797 | .000 |
| Jenis | .000 | 2 | .000 | .000 | 1.000 |
| Komposisi | 6625.890 | 8 | 828.236 | 5970.705 | .000 |
| Error | 2.219 | 16 | .139 | | |
| Total | 9961.443 | 27 | | | |

| | | | | | |
|--|----------|----|--|--|--|
| Corrected Total | 6628.110 | 26 | | | |
| a. R Squared = 1.000 (Adjusted R Squared = .999) | | | | | |

Dari hasil output SPSS analisis ANAVA dua jalur pada Tabel 2 diatas, maka dapat diketahui beberapa hal sebagai berikut: 1) *Corrected Model*, dari nilai ini bisa diketahui pengaruh variabel bebas (jenis diet) terhadap variabel terikat yaitu Nilai diet dengan diperolehnya sig. 0,000 maka $< 0,05$ sehingga dapat menunjukkan bahwa H_0 ditolak, sehingga dapat disimpulkan secara keseluruhan terdapat perbedaan yang signifikan nilai diet antara jenis diet. 2) *Intercept*, dari nilai ini dapat diketahui perubahan variabel terikat tanpa perlu ada dipengaruhi variabel bebas atau bisa dikatakan tanpa pengaruh jenis diet maka variabel nilai diet bisa berubah nilainya, dengan diperolehnya nilai intercept 0,000 $< 0,05$ maka bisa ditarik simpulannya bahwa Intercept signifikan. 3) Nilai pada baris jenis diet pada Tabel 3 diperoleh nilai sig. 1,000 $> 0,05$, hasil tersebut menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan nilai diet dari ketiga jenis diet. 4) Pada baris komposisi di Tabel 3 diatas dapat dilihat bahwa nilai sig. 0,000 $< 0,05$, hasil tersebut menunjukkan bahwa H_0 ditolak sehingga dapat disimpulkan terdapat perbedaan yang signifikan nilai diet dengan komposisi diet.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa komposisi mempunyai peran pengaruh pada nilai diet, komposisi diet glukosa memberi hasil yang lebih tinggi daripada komposisi yang lainnya. Jenis diet tidak memiliki peranan penting pada nilai diet. Hasil penelitian menunjukkan tidak terdapat interaksi antara kedua variabel terhadap nilai diet, artinya kedua variabel baik jenis diet maupun komposisi tidak saling tergantung.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. A. Parikesit, R. Nurdiansyah dan D. Agustriawan, "Telaah sistematis terhadap basis data bahan alam untuk pengembangan produk suplemen herbal," Prosiding SEMNASTAN, pp. 62–68, 2017.
- [2] S. Wada, S. Kagatani dan H. Nakagami, "Quantitative estimation of intra-subject variability in bioequivalence studies of generic solid oral dosage forms by multiple regression analysis," Journal of Drug Delivery Science and Technology, vol. 64, pp. 102656, 2021.
- [3] M. Puzzone, M. D. Leo, R. A. Zuppardo, A. Mannucci, M. Russo, I. Ditunno, F. Azzolini, L. Fanti, C. Notaristefano, E. Viale dan U. Elmore, "Diet and lifestyle habits in early-onset colorectal cancer: a pilot case control study," Digestive and Liver Disease, vol. 53, no. 3, pp. S121, 2021.
- [4] N. N. Mulyaningsih, A. L. Juwono, D. S. Soejoko dan D. A. Astuti, "Effect of giving nano calcium phosphate diet on mineral content and function groups of ovariectomy tibia rats," Asian Journal of Applied Sciences, vol. 7, no. 5, pp. 666–681, 2019.
- [5] M. N. Ramahwati, A. L. Juwono, D. S. Soejoko dan N. N. Mulyaningsih, "Analysis of morphology and absorption of calcium and magnesium for calcium phosphate $Ca_3(PO_4)_2$ in rat's spine" IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, vol. 496, no. 1, pp. 012039, 2019.
- [6] N. N. Mulyaningsih, A. L. Juwono, D. S. Soejoko dan D. A. Astuti, "Analysis of nano $Ca_3(PO_4)_2$ on bone's calcium deficiency at peak age" IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, vol. 187, no. 1, pp. 012014, 2018.
- [7] N. N. Mulyaningsih, A. L. Juwono, D. S. Soejoko dan D. A. Astuti, "Produk Pangan Yang Mengandung Nano Kalsium Fosfat Sebagai Terapi Penyembuhan Osteoporosis" 2019.
- [8] R. E. Walpole, R. H. Myers, S. L. Myers dan K. Ye, "Probability & Statistics for Engineers & Scientists (9th ed.)," USA: Prentice Hall, 2011.
- [9] H. Anton dan C. Rorres, "Elementary Linear Algebra (9th ed.)," New York: John Wiley and Sons, 2005.