

**PROSIDING
SEMINAR NASIONAL FISIKA 4
PROGRAM STUDI FISIKA**

**EKSISTENSI FISIKA SAINS DALAM INTERPRETASI
POTENSI SUMBER DAYA ALAM
DI ERA REVOLUSI INDUSTRI 4.0**



**UNIVERSITAS NUSA CENDANA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNIK
PROGRAM STUDI FISIKA
2025**



PROSIDING SEMINAR NASIONAL FISIKA 4 PROGRAM STUDI FISIKA

TEMA :
" EKSISTENSI FISIKA SAINS DALAM INTERPRETASI
POTENSI SUMBER DAYA ALAM DI ERA REVOLUSI INDUSTRI 4.0 "

Cetakan keempat Oktober 2025

Editor:

Prof. Dr. Drs. Bartholomeus Pasangka, M.Si.
Prof. Dr. Drs. Hery Leo Sianturi, M. Si.
Zakarias Seba Ngara, S.Si., M.Si., Ph.D.
Frederika Rambu Ngana, S.Si., M.Eng., Ph.D.
Dr. Abdul Wahid, S.Si., M.Si.
Jehunias L.Tanesib, S.Si., M.Sc.
Andreas Christian Louk, S.Si., M.Sc.
Minsyahril Bukit, S.Si, M.Si.
Redi Kristian Pingak, S.Si., M.Sc.

Reviewer:

Laura A.S. Laponi, S.Si., M.Sc.
Bernandus, S.Si., M.Si.
Ali Warsito, S.Si., M.Si.
Albert Zicko Johannes, S.Si., M.Si.
Jonshon Tarigan, S.Si., M.Sc.
Hadi Imam Sutaji, S.Si., M.Si.
Ari Bangkit Sanjaya Umbu, S.Si., M.Si.
Christine Mbliyora, S.Si., M.Si.

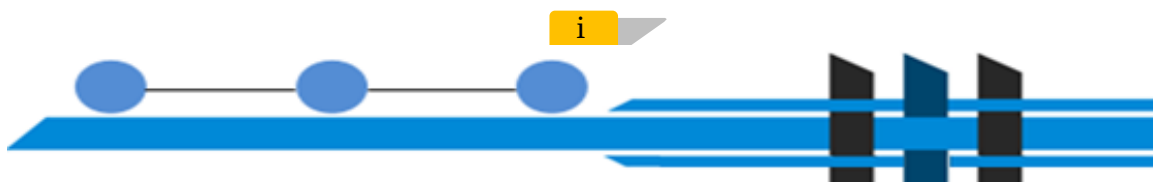
Layout dan Desain Sampul:

Ali Warsito, S.Si., M.Si.

Penerbit

Universitas Nusa Cendana
Jl. Adisucipto, Penfui, Kupang, NTT, 85001
Telp. (0380)881560, Fax. (0380) 881560

Hak Cipta dilindungi oleh Undang-undang Copyright © Oktober 2025
Dilarang memperbanyak Sebagian atau seluruh isi dari buku ini dalam bentuk apapun tanpa izin tertulis dari penerbit.





KATA PENGANTAR

Program Studi Fisika (Prodi) Fisika yang berada dalam naungan Fakultas Sains dan Teknik Universitas Nusa Cendana (Undana) telah melaksanakan Seminar Nasional Fisika pada tanggal 20 November 2024 di Hotel Kristal Kupang. Seminar ini merupakan Seminar Nasional Fisika keempat yang memiliki maksud pelaksanaan sebagai media komunikasi dalam berbagi pengetahuan antar akademisi, peneliti dan stakeholder terkait Fisika Sains dan pemanfaatannya pada pengembangan sumber daya alam. Untuk itu, Tema pada kegiatan Seminar Nasional ini adalah “EKSISTENSI FISIKA SAINS DALAM INTERPRETASI POTENSI SUMBER DAYA ALAM DI ERA REVOLUSI INDUSTRI 4.0”.

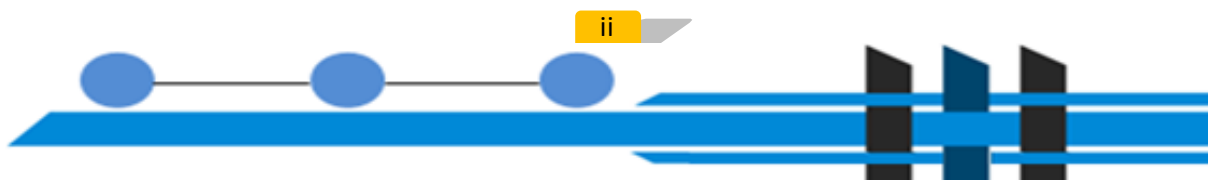
Pada pelaksanaannya, kegiatan seminar Nasional Fisika keempat diikuti oleh peneliti dari berbagai universitas, lembaga riset, pemerintah, dosen, mahasiswa, dan civitas serta masyarakat akademik lainnya termasuk masyarakat umum. Hasil penelitian dan diskusi yang dikaji, baik dari Narasumber Utama (Keynote Speaker) maupun peneliti lainnya diharapkan menjadi salah satu referensi bagi berbagai pihak yang terkait dengan pengembangan potensi sumber daya alam secara umum dan Provinsi Nusa Tenggara Timur secara khusus.

Beberapa penelitian yang dikaji dan didiskusikan pada kegiatan Seminar ini disusun dan dikumpulkan menjadi satu dalam bentuk Prosiding untuk mempermudah pihak-pihak yang berkeinginan menjadikannya sebagai referensi lebih lanjut. Artikel-artikel pada prosiding tersebut telah direview dan layak dipublikasikan, baik pada bidang kepeminatan Fisika Material, Fisika Instrumentasi, Geofisika dan bidang kepeminatan terkait lainnya.

Prosiding Seminar Nasional Fisika keempat tentunya masih jauh dari kata sempurna, untuk itu saran dari berbagai pihak tetap dibutuhkan demi penyempurnaan prosiding pada Seminar-Seminar Nasional Fisika berikutnya. Semoga Prosiding Seminar Nasional Fisika keempat ini bermanfaat bagi pengembangan ilmu Fisika sains dan ilmu terkait lainnya serta pengembangan potensi sumber daya alam demi peningkatan kesejahteraan manusia.

Ketua

Hadi Imam Sutaji, S.Si., M.Si.





SUSUNAN KEPANITIAAN

Pelindung:

Prof. Philiphi de Rozari, S.Si., M.Si., M.Sc., Ph.D.

PenanggungJawab:

Dr. Abdul Wahid., S.Si., M.Si.

Ketua Panitia

Hadi Imam Sutaji, S.Si., M.Si.

Sekretaris

Ali Warsito, S.Si., M.Si.

Bendahara

Christine Mbiliyora, S.Si.,M.Si.

Sie SeKeretariatan dan Pendaftaran

Albert Zicko Johannes, S.Si., M.Si.

Laura A. S. Laponi, S.Si., M.Sc.

Sie Acara

Frederika Rambu Ngana, S.Si., M.Eng., Ph.D.

Jehunias L.Tanesib, S.Si., M.Sc.

Dr. Abdul Wahid, S.Si., M.Si.

Sie Perlengkapan

Bernandus, S.Si., M.Si.

Jonhson Tarigan, S.Si., M.Sc.

Ari Bangkit Sanjaya Umbu. S.Si., M.Si.

Nofita Blegur, S.Pd.

Sie Jurnal dan Publikasi

Prof. Dr. Bartholomeus Pasangka, M.Si.

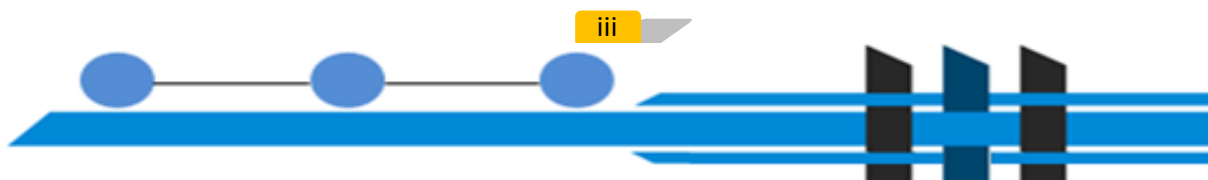
Prof. Dr. Drs. Hery Leo Sianturi, M.Si.

Zakarias Seba Ngara, S.Si., M.Si., Ph.D.

Redi Kristian Pingak, S.Si., M.Sc.

Ferdinand Umbu Reda Anaboeni, S.Kom.

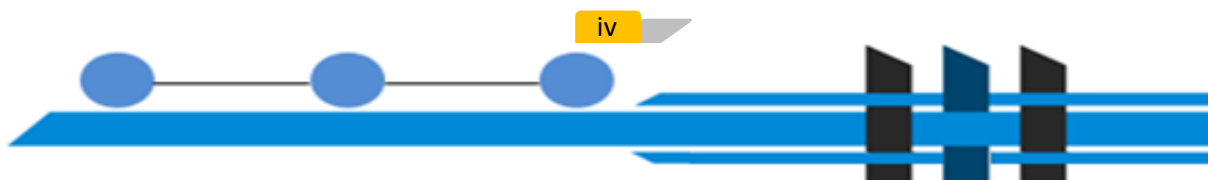
Soni A. Kaban, ST





DAFTAR ISI

Kata Pengantar	ii
Susunan Kepanitian	iii
Daftar Isi	iv
Informasi Seminar	v
Jadwal Acara	v
Daftar Artikel	vi



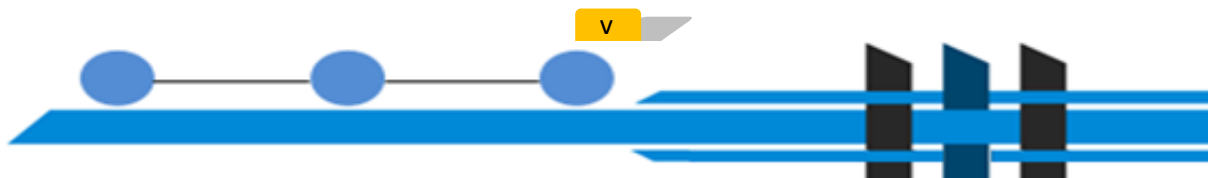


INFORMASI SEMINAR

Tema : Eksistensi Fisika Sains Dalam Interpretasi Potensi Sumber Daya Alam di Era Revolusi Industri 4.0
Waktu Pelaksanaan : 20 November 2024
Panitia Pelaksana : Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknik Universitas Nusa Cendana
Sekretariat : Program Studi Fisika, Jl. Adisucipto, Penfui, Kupang–NTT

JADWAL ACARA

Waktu (WITA)	Kegiatan	Moderator/Penanggung Jawab
07.00-08.30	Registrasi Peserta	Panitia
08.30-09.00	1. Pembukaan seminar nasional 2. Menyanyikan lagu Indonesia Raya (Yohana Nenik) 3. Doa oleh Mahasiswa Fisika Undana (Zefanya Daniella) 4. Laporan pelaksanaan seminar nasional oleh Ketua Panitia (Hadi Imam Sutaji, S.Si., M.Si.) 5. Sambutan Dekan Fakultas Sains dan Teknik Undana (Prof. Philiphi de Rozari, S.Si., M.Si., M.Sc., Ph.D.) 6. Sambutan Wakil Rektor I Undana sekaligus membuka acara seminar (Prof. Dr. drh. Annytha Ina Rohi Detha, M.Si.) 7. Photo bersama	MC Mahasiswa Fisika Undana (Maria Febrianti A. Tulle)
09.00-09.15	Coffee Break	
	Keynote Speaker	
09.15-09.45	Prof. Dr. Masturi, M.Si (Universitas Negeri Semarang)	Zakarias Seba Ngara S.Si., M.Si., Ph.D
09.45-10.15	Dr. Sri Dewi Astuty, S.Si, M.Si., F.Med. (Universitas Hasanudin)	Frederika Rambu Ngana, S.Si., M.Eng. Ph.D.
10.15-10.45	Dr. Asep Kurnia Permana, ST, M.Sc. (Pusat Survey Geologi)	Jehunias L. Tanesib, S.Si., M.Sc.
10.45-11.30	Prof. Dr. Drs. Hery Leo Sianturi, M.Si. (Universitas Nusa Cendana)	Ali Warsito, S.Si., M.Si.
11.30-13.15	ISHOMA	Panitia
13.15-15.30	Pararel session (Diskusi Panel)	Panitia
15.30-16.00	Coffee break	Panitia
16.00-16.30	Penutup	Ketua Program Studi Fisika Undana (Dr. Abdul Wahid, S.Si, M.Si.)



DAFTAR ARTIKEL

No.	Artikel	Halaman
1.	Sintesis dan Karakterisasi Nanopartikel Perak Menggunakan Metode <i>Pulsed Laser Ablation In Liquid</i> (PLAL) dengan Variasi Daya Laser Untuk Aplikasi Fotodinamik Terapi <i>Amalia Putri Ariska, Sri Dewi Astuty, Muhammad Safwan Abd Aziz, Syamsir Dewang, Bannu, Ayu Hardianti Pratiwi, Ajeng Anggreny Ibrahim</i>	1-4
2.	Pemetaan Sifat Fisik Tanah Di Kota Kupang <i>Theresia S. S. Wain, Frederika Rambu Ngana, Diana Y. L. Serangmo, Albert Zicko Johannes</i>	5-13
3.	Pemetaan Perubahan Tutupan Lahan Di Wilayah Pesisir Kawasan Konservasi Muro Laut Kabupaten Lembata Dengan Penginderaan Jauh <i>Maria Tritanti Barek, Frederika Rambu Ngana, Hadi Imam Sutaji, Jehunias L. Tanesib</i>	14-21
4.	Analisis Citra Landsat Pada Daerah Aliran Sungai Noelmina <i>Cahyani Badida, Jehunias L. Tanesib, Bernandus, Albert Zicko Johannes</i>	22-30
5.	Analisis Luasan Lahan Tambak Garam di Kabupaten Sabu Raijua Akibat Bencana Badai Siklon Seroja Menggunakan Penginderaan Jauh <i>Jublina Selviana Wahi, Frederika Rambu Ngana, Albert Zicko Johannes, Hadi Imam Sutaji</i>	31-41
6.	Komparasi Eksperimen Getaran Sistem Massa Pegas Tergandeng Dengan Komputasi GST & Aplikasi Phypox <i>Ferly Deviani Hawoe, Ali Warsito, Abdul Wahid, Jonshon Tarigan</i>	42-51
7.	Pemetaan Wilayah Potensi Kekeringan Berdasarkan Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis di Kecamatan Biboki Anleu Kabupaten Timor Tengah Utara <i>Rita Merlina Biaf, Frederika Rambu Ngana, Bernandus, Albert Zicko Johannes</i>	52-55
8	Pemurnian Magnetit (Fe_3O_4) Berbahan Dasar Pasir Pantai Desa Lamakera Menggunakan Pembersih Lantai Merek <i>Porstex</i> Dengan Metode Kopresipitasi <i>Syaidatus Syairah Muhammad, Albert Zicko Johannes, Christine Mbiliyora, Zakarias Seba Ngara, Redi Kristian Pingak, Ari Bangkit Sanjaya, Hanna Azmi Fathin, Rizki Sidik</i>	56-63

No.	Artikel	Halaman
9.	Pemurnian Magnetit (Fe_3O_4) Berbahan Dasar Pasir Pantai Lamakera Menggunakan Pembersih Lantai Merek Vixal <i>Maria Feriati Nole, Albert Zicko Johannes, Laura A. S. Lapono, Zakarias Seba Ngara, Hery Leo Sianturi</i>	64-71
10	Pemetaan Distribusi Kandungan Radioisotop Dalam Deposit Mineral Batuan Di Objek Wisata Kelabba Madja Sabu Raijua <i>Domitha Y. Ado, Bartholomeus Pasangka, Albert Zicko Johannes, Hadi Imam Sutaji</i>	72-81
11	Perancangan Teknologi Image Classification Berbasis Android Untuk Optimalisasi Ekonomi Lokal di NTT <i>Yuyun Hana Natbais, Rachel Julia Ahab, Balatazar Alexander Temaja Resiona dan Ali Warsito</i>	82-91

SINTESIS DAN KARAKTERISASI NANOPARTIKEL PERAK MENGGUNAKAN METODE *PULSED LASER ABLATION IN LIQUID* (PLAL) DENGAN VARIASI DAYA LASER UNTUK APLIKASI FOTODINAMIK TERAPI

Amalia Putri Ariska¹, Sri Dewi Astuty^{1*}, Muhammad Safwan Abd Aziz², Syamsir Dewang¹, Bannu¹, Ayu Hardianti Pratiwi¹, Ajeng Anggreny Ibrahim¹

1. Laboratorium Optik dan Spektroskopi, Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin 90245

2. Laser Center, Universitas Teknologi Malaysia, Johor Bahru, Malaysia, 81310

^{*}Author Corresponding: dewiastuti@fmipa.unhas.ac.id

Abstrak

Pengembangan aplikasi nanopartikel perak banyak dimanfaatkan dalam bidang pengobatan karena sifatnya yang menguntungkan, seperti aktivitas antimikroba yang tinggi, kemampuan menjadi agen fotosensitizer, fleksibilitas untuk dimodifikasi (disalut) dengan obat lain untuk meningkatkan penyampaian obat ke target, serta sifat sitotoksik terhadap sel tumor tertentu. Nanopartikel perak dapat disintesis melalui teknik fisika, biologi, dan kimia. Penelitian ini berfokus pada sintesis nanopartikel perak menggunakan metode fisika, yaitu ablasi laser pulsa dalam cairan (PLAL), yang ramah lingkungan dan dapat dilakukan langsung pada logam murni, dengan variasi daya laser 30 W, 50 W, 70 W, dan 90 W untuk mengoptimalkan sifat serapan optiknya. Metode analisis yang digunakan meliputi uji spektrum absorbansi, penentuan energy gap, serta analisis afinitas elektron. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa pada daya laser 30 W, panjang gelombang maksimum (λ_{maks}) berada di 203,65 nm dengan energy gap 6,09 eV, sementara pada daya 50 W, λ_{maks} bergeser ke 398,63 nm dengan energy gap 3,11 eV. Pada daya 70 W dan 90 W, λ_{maks} terletak di 395,82 nm dan 392,82 nm, dengan energy gap yang stabil di sekitar 3,13 eV. Potensi nanopartikel perak ini selanjutnya akan diaplikasikan sebagai agen fotosensitizer dalam terapi fotodinamik terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* secara in vitro melalui metode uji sitotoksik

Kata kunci: nanopartikel perak, Pulsed Laser Ablation in Liquid, daya laser, fotodinamik terapi.

Abstract

[Synthesis and Characterization of Silver Nanoparticles Using the Pulsed Laser Ablation in Liquid (PLAL) Method with Laser Power Variations for Photodynamic Therapy Applications]. The development of silver nanoparticle applications has been widely utilized in the medical field due to its advantageous properties, such as high antimicrobial activity, the ability to act as a photosensitizer agent, flexibility to be modified (coated) with other drugs to enhance drug delivery to targets, and cytotoxic properties against certain tumor cells. Silver nanoparticles can be synthesized through physical, biological, and chemical techniques. This study focuses on synthesizing silver nanoparticles using a physical method, specifically pulsed laser ablation in liquid (PLAL), which is environmentally friendly and can be directly performed on pure metals. The study varied the laser power at 30 W, 50 W, 70 W, and 90 W to optimize the optical absorption properties. The analysis methods included absorbance spectrum testing, energy gap determination, and electron affinity analysis. The results showed that at a laser power of 30 W, the maximum wavelength (λ_{max}) was 203.65 nm with an energy gap of 6.09 eV. At 50 W, λ_{max} shifted to 398.63 nm with an energy gap of 3.11 eV. At 70 W and 90 W, λ_{max} was 395.82 nm and 392.82 nm, respectively, with a stable energy gap around 3.13 eV. The potential of these silver nanoparticles will subsequently be applied as photosensitizer agents in photodynamic therapy against *Staphylococcus aureus* bacteria in vitro using cytotoxicity testing methods.

Keywords: silver nanoparticles, Pulsed Laser Ablation in Liquid, laser power, photodynamic therapy

PENDAHULUAN

Resistensi antibiotik sudah menjadi sangat umum pada dunia kesehatan, yang menyebabkan jutaan korban jiwa akibat infeksi bakteri pada setiap tahunnya. Banyaknya evolusi dari resistansi bakteri menyebabkan antibiotik kurang efektif. Hal ini menjadi tantangan pada dunia kesehatan untuk terus mengembangkan antibiotik yang dapat melawan bakteri serta sifat resistansinya [1].

Nanoteknologi dapat dijadikan senjata nano untuk melawan bakteri resistan karena nanopartikel memiliki mekanisme kerja yang berbeda dari antibiotik. Antibiotik umumnya bekerja dengan menyerang target spesifik pada bakteri seperti dinding sel, protein sel, atau enzim yang ada pada bakteri. Sehingga bakteri dapat mengembangkan resistansi dengan mutasi. Sebaliknya, nanopartikel bekerja dengan menargetkan beberapa komponen bakteri secara bersamaan. Dengan ini, bakteri lebih sulit mengembangkan resistansi terhadap nanopartikel [2].

Nanopartikel anorganik seperti logam menjadi pusat perhatian dalam dunia penelitian terutama untuk penggunaan antimikroba. Logam-logam yang umumnya diteliti yaitu seperti perak, emas, nikel, platinum, seng dan besi. Nanopartikel ini digunakan karena memiliki sifat khas seperti nanopartikel perak dikenal memiliki sifat antimikroba yang kuat, sedangkan nanopartikel emas sering digunakan dalam aplikasi biomedis karena sifatnya yang stabil dan mudah dimodifikasi [3].

Nanopartikel perak bersifat lebih unggul dibandingkan logam lainnya. Sifat-sifat unggul dari nanopartikel perak ini seperti memiliki efektivitas antibakteri, aktivitas redoks, stabilitas kimia, dan aktivitas katalitik yang baik. Dengan keunggulan ini, nanopartikel perak dapat berkontribusi dalam kemajuan berbagai bidang terutama kesehatan dan farmasi [4].

Pembuatan nanopartikel perak dapat dilakukan dengan tiga metode yaitu fisika, kimia atau biologi [4]. Pembuatan nanopartikel menggunakan metode kimia standar memiliki beberapa faktor yang merugikan lingkungan, seperti penggunaan daya tinggi, waktu reaksi sintesis nanopartikel yang lama, bahan yang digunakan dalam proses bersifat toksik atau mencemari, disertai kondisi eksternal yang serba khusus dan tinggi. Untuk membuat nanopartikel perak tanpa kerugian tersebut maka metode yang digunakan harus ramah lingkungan [5].

Metode fisika dapat dilakukan dengan metode ablasi laser dalam air atau disebut sebagai *Pulsed Laser Ablation in Liquid* (PLAL). Metode ini sederhana, tidak memerlukan sample berlebihan, dan bebas kontaminasi sehingga menjadikan metode ini metode yang ramah lingkungan. Dengan PLAL, ukuran dan bentuk nanopartikel juga dapat diatur dengan memvariasikan parameter laser seperti energi laser, durasi pulsa, jumlah tembakan, dan panjang gelombangnya sesuai dengan penelitian yang dilakukan [6].

Antimicrobial photodynamic inactivation (aPDI) juga merupakan alternatif efektif dari antibiotik. Umumnya digunakan untuk mengobati penyakit yang berhubungan dengan infeksi seperti bakteri, jamur, parasit dan virus. Metode aPDI dan metode menggunakan nanopartikel perak masing-masing memberikan efek antimikroba. Tetapi dengan menggabungkan keduanya antara perak dengan fotosensitizer tertentu, efek fototoksik dapat meningkat [7]. Paper penelitian ini dibuat untuk mengetahui potensi nanopartikel perak (AgNP) sebagai agen fotosensitizer dalam terapi fotodinamik (PDT) melalui pengujian karakteristik optik seperti spektrum absorbansi dan *energy gap* dari nanopartikel perak yang dihasilkan melalui metode PLAL dengan variasi daya laser.

METODE

1. Sintesis nanopartikel perak

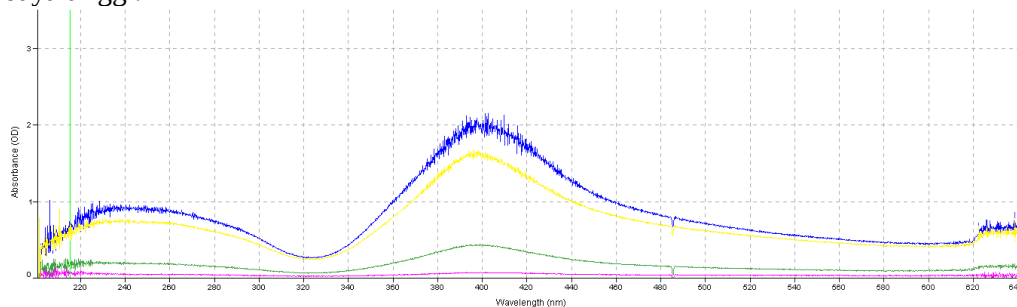
Proses sintesis dilakukan dengan metode PLAL. Metode ini dilakukan dengan memasukkan logam perak bervolume 10 mm^3 kedalam gelas kimia berukuran 20 mL yang berisi air deionisasi 10 mL. Gelas diletakkan pada meja laser sejajar dengan kepala laser. Laser yang digunakan adalah laser fiber dengan panjang gelombang 1064 nm, frekuensi 20 kHz, dan *scanning speed* 1000 mm/s. Laser ditembakkan pada perak dengan luas area tembak $1,4 \text{ mm}^2$ serta daya laser yang berbeda (30 W, 50 W, 70 W, dan 90 W). Penembakan pada variasi daya 30 hingga 50 W masing-masing dilakukan selama 4 menit, sedangkan untuk 70 sampai 90 W masing-masing dilakukan selama 2 menit.

2. Karakterisasi nanopartikel perak

Empat sampel yang telah didapatkan secara bertahap diberlakukan proses karakterisasi. Karakterisasi dilakukan dengan spektrometer UV-Vis untuk mendapatkan data serta spektrum absorpsi disertai panjang gelombang dari nanopartikel perak. Data yang didapatkan dianalisa puncak absorbansinya untuk pengolahan data *energy gap*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan Gambar 1, variasi daya laser memengaruhi karakteristik nanopartikel perak yang dihasilkan. Pada daya rendah (30 W), puncak absorpsi berada pada panjang gelombang 203,65 nm, dengan absorbansi yang rendah. Ketika daya meningkat ke 50 W, puncak absorpsi bergeser ke 398,63 nm, menunjukkan peningkatan serapan optik. Pada daya 70 W dan 90 W, puncak absorpsi stabil di sekitar 395,82 nm dan 392,82 nm, menunjukkan kecenderungan nanopartikel yang lebih stabil dengan daya tinggi.



Gambar 1. Spektrum absorpsi perak variasi daya laser 30 W (merah muda), 50 W (hijau), 70 W (kuning), 90 W (biru)

Tabel 1. Panjang gelombang dan absorbansi pada puncak

Daya (W)	Panjang Gelombang (nm)	Absorbansi
30	203,65	0,157
50	398,63	0,434
70	395,82	1,674
90	392,82	2,2

Energy gap dapat dihitung menggunakan persamaan :

$$E_{\text{gap}} = \frac{hc}{\lambda} \quad (3.1)$$

Dimana h adalah konstanta *Planck* (6.626×10^{-34} J·s), c adalah kecepatan cahaya (3.00×10^8 m/s), λ adalah panjang gelombang absorpsi maksimum (nm) yang perlu dikonversi ke meter (m). Dengan ini didapatkan

Tabel 2. *Energy gap* pada masing-masing puncak absorpsi

Daya (W)	Panjang Gelombang (nm)	Absorbansi	Energy Gap (eV)
30	203,65	0,157	6,09
50	398,63	0,434	3,11
70	395,82	1,674	3,13
90	392,82	2,2	3,13

Pada daya rendah (30 W), *energy gap* mencapai 6,09 eV, menunjukkan karakteristik material yang kurang matang dan bersifat isolator. Ketika daya meningkat ke 50 W, *energy gap* menurun ke 3,13 eV, menandakan peningkatan konduktivitas dan stabilitas nanopartikel. Pada daya 70 W, *energy gap* tetap

berada di 3,11 eV, menunjukkan kestabilan sifat optiknya. Namun, pada daya tertinggi (90 W), energy gap kembali naik ke 3,13 eV, yang mengindikasikan perubahan struktur atau ukuran nanopartikel akibat intensitas energi yang tinggi.

SIMPULAN DAN SARAN

SIMPULAN

Metode ablasi laser pulsa dalam cairan (PLAL) dipilih karena ramah lingkungan dan memungkinkan sintesis langsung dari logam murni. Variasi daya laser memengaruhi karakteristik nanopartikel perak. Pada daya rendah (30 W), energy gap tinggi (6,09 eV) dan panjang gelombang puncak 203,65 nm menunjukkan partikel kecil yang kurang stabil. Dengan peningkatan daya ke 50 W dan 70 W, energy gap menurun hingga 3,11 eV, menandakan nanopartikel yang lebih stabil dengan puncak absorpsi di sekitar 398,63 nm. Pada daya 90 W, energy gap kembali meningkat (3,13 eV), mengindikasikan perubahan struktur akibat energi tinggi. Hasil ini menunjukkan bahwa daya optimal diperlukan untuk menghasilkan nanopartikel stabil, yang dapat diaplikasikan sebagai agen fotosensitizer dalam terapi fotodinamik.

SARAN

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar untuk penelitian lanjutan terkait aplikasi nanopartikel perak sebagai agen fotosensitizer dalam terapi fotodinamik terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*, khususnya melalui uji sitotoksik secara in vitro guna mengevaluasi efektivitas dan potensi terapinya.

DAFTAR PUSTAKA

1. Zeng, W., Liu, J., He, H., Wu, Q., Zhang, Y., Guo, N., & Wang, H. (2024). Carrier-free Nanomedicine for Combined Antibacterial Therapy through pH-Responsive Controlled Release of Sulfadiazine and Emodin. *Journal of Drug Delivery Science and Technology*, 106381. <https://doi.org/10.1016/j.jddst.2024.106381>
2. Alhajj, M., Aziz, M. S. A., Huyop, F., Salim, A. A., Sharma, S., & Ghoshal, S. K. (2022). Prominent bactericidal characteristics of silver-copper nanocomposites produced via pulse laser ablation. *Biomaterials Advances*, 142. <https://doi.org/10.1016/j.bioadv.2022.213136>
3. Tessema, B., Gonfa, G., Hailegiorgis, S. M., Prabhu, S. V., & Manivannan, S. (2023). Synthesis and characterization of silver nanoparticles using reducing agents of bitter leaf (*Vernonia amygdalina*) extract and tri-sodium citrate. *Nano-Structures and Nano-Objects*, 35. <https://doi.org/10.1016/j.nanoso.2023.100983>
4. Ohiduzzaman, M., Khan, M. N. I., & Khan, K. A. (2024). Green synthesis of Carica papaya mediated silver nanoparticles: Characterization, antibacterial activity, and bioelectricity generation for sustainable applications in nanotechnology. *Journal of Molecular Structure*, 1317. <https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2024.139141>
5. Alhajj, M., Salim, A. A., Ghoshal, S. K., Huyop, F., Safwan Abd Aziz, M., & Sharma, S. (2023). Physicochemical robustness of pulse laser ablated silver-copper nanocomposites against varied bacterial strains. *Optics and Laser Technology*, 165. <https://doi.org/10.1016/j.optlastec.2023.109610>
6. Yahaya, N. I. S. B., Sopian, N. I. H. B., Duralim, M. B., Aziz, M. S. B. A., Rahman, Alias, S. S. B., & Husein, N. A. B. (2023). Synthesis of nickel nanoparticles by pulsed laser ablation in different liquid media. *Journal of Physics: Conference Series*, 2432(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2432/1/012006>
7. Malá, Z., Žárská, L., Bajgar, R., Bogdanová, K., Kolář, M., Panáček, A., Binder, S., & Kolářová, H. (2021). The application of antimicrobial photodynamic inactivation on methicillin-resistant *S. aureus* and ESBL-producing *K. pneumoniae* using porphyrin photosensitizer in combination with silver nanoparticles. *Photodiagnosis and Photodynamic Therapy*, 33. <https://doi.org/10.1016/j.pdpdt.2020.102140>



PEMETAAN SIFAT FISIK TANAH DI KOTA KUPANG

Theresia S. S. Wain, Frederika Rambu Ngana, Albert Zicko Johannes, Diana Y. L. Serangmo

Prodi Fisika, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana,
Jl. Adisucipto Penfui, Kupang, Nusa Tenggara Timur, 85148, Indonesia
E-mail: ningsiwain44@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk memetakan sifat fisik tanah yang ada di Kota Kupang. Pada penelitian ini, dilakukan pemetaan 5 sifat fisik tanah yaitu berat volume tanah, berat jenis tanah, porositas tanah, tekstur tanah dan warna tanah. Pengambilan sampel tanah dilakukan pada 4 lokasi satuan peta tanah (SPT). Yaitu Kelurahan Belo, Kelurahan Manutapen, dan Kelurahan Kolhua dan Kelurahan Naioni. Hasil penelitian ini adalah peta untuk kelima sifat fisik tanah dari ke empat SPT. Dari hasil pemetaan ini dapat diketahui nilai berat volume tanah berkisar 0,71-1,76 g/cm³ sedangkan nilai berat jenis tanah berbeda-beda untuk setiap SPT. Sedangkan klasifikasi porositas tanah adalah baik dan buruk dengan kisaran nilai 22,6-65,55 %. Kelas tekstur pada lempung berpasir terdapat pada Kelurahan Belo, Kelurahan Manutapen dan Kelurahan Kolhua. Kelas tekstur lempung liat berpasir terdapat pada Kelurahan Naioni. Warna tanah untuk kondisi kering adalah 10 R 4/4 (weak red) di Kelurahan Belo, 5YR 3/4 (dark reddish brown) di Kelurahan Manutapen, 2,5 YR 3/4 (dark reddish brown) dan 5 YR 4/4 (reddish brown) di Kelurahan Naioni. Warna tanah kondisi basah adalah 10 R 3/3 (dusky red) di Kelurahan Belo, 5YR 2,5/2 (dark reddish brown) di Kelurahan Manutapen, 2,5 4/2 (weak red) di Kelurahan Kolhua dan kondisi basah 5YR 4/3 (reddish brown) di Kelurahan Naioni.

Kata Kunci : Sifat Fisik Tanah, Pemetaan

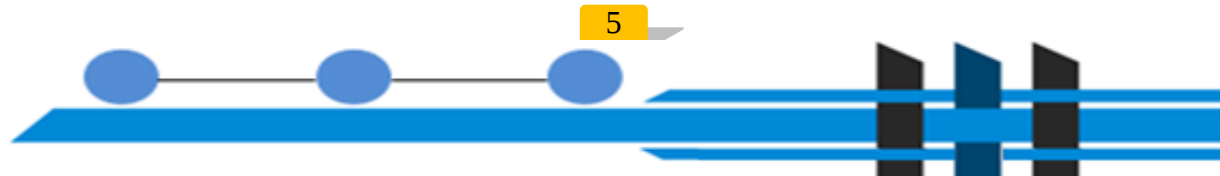
Abstract

[MAPPING THE PHYSICAL PROPERTIES OF THE SOIL IN KUPANG CITY]. This study aims to map the physical properties of the soil in Kupang City. This study maps five soil physical properties: bulk density, soil-specific gravity, porosity, soil texture, and color. Soil sampling was carried out at four soil map units (SPT= satuan peta tanah) locations—the Belo village, Manutapen village, Kolhua village, and Naioni village. The results of this study are maps of the five soil physical properties of the four SPTs. The results of this mapping show that the bulk density value ranging from 0.71-1.76 g/cm³. While, soil-specific gravity values are different for each SPT. The porosity of the soil is classified as good and poor, with values ranging from 22.6-65.55 %. The texture class of sandy loam is found in Belo Village, Manutapen Village, and Kolhua Village. The sandy clay loam texture class is found in the Naioni Village. Soil color for dry conditions is 10 R 4/4 (weak red) in Belo Village, 5YR 3/4 (dark reddish brown) in Manutapen Village, 2.5 YR 3/4 (dark reddish brown), and 5 YR 4/4 (reddish brown) in Naioni Village. Soil color in wet conditions was 10 R 3/3 (dusky red) in Belo Village, 5YR 2.5/2 (dark reddish brown) in Manutapen Village, 2.5 4/2 (weak red) in Kolhua Village, and 5YR wet conditions 4/3 (reddish brown) in Kelurahan Naioni.

Keywords: Soil Physical Properties, Mapping

PENDAHULUAN

Tanah adalah lapisan permukaan bumi yang secara fisik berfungsi sebagai tempat tumbuh dan berkembangnya perakaran dan penopang tumbuh tegaknya tanaman dan menyuplai kebutuhan air dan udara. Secara kimiawi tanah berfungsi sebagai gudang hara dan sumber penyuplai hara atau nutrisi dan secara biologis bersifat sebagai habitat biota (organisme) yang berpartisipasi aktif dalam



penyediaan hara dan zat-zat adiktif (pemacu tumbuh, proteksi) bagi tanaman, yang ketiganya secara integral mampu menunjang produktifitas baik tanaman pangan, obat-obatan, industri perkebunan maupun kehutanan [1]. Sifat fisik tanah adalah unsur lingkungan yang sangat berpengaruh tersedianya air, udara tanah dan secara tidak langsung mempengaruhi ketersediaan unsur hara tanaman. Sifat ini juga akan mempengaruhi potensi tanah untuk berproduksi secara maksimal [2]. Sifat fisik tanah yang perlu diperhatikan adalah terjadinya masalah degradasi struktur tanah akibat fungsi pengelolaan [3].

Berdasarkan Atlas Arahana Tata Ruang Pertanian Indonesia skala 1:1.000.000, Indonesia memiliki daratan sekitar 188,20 juta ha, terdiri atas 148 juta ha lahan kering (78%) dan 40,20 juta ha lahan basah (22%). Namun pemanfaatan lahan kering untuk pertanian seringkali diabaikan oleh para pengambil kebijakan yang lebih tertarik pada peningkatan produktivitas lahan sawah, padahal lahan kering yang tersedia cukup luas dan mempunyai potensi untuk dikembangkan. Sebagai provinsi yang beriklim kering, Nusa Tenggara Timur (NTT) memiliki potensi lahan kering yang sangat menjanjikan, maka itu lahan kering di Nusa Tenggara Timur (NTT) perlu mendapatkan perhatian yang serius. Di Nusa Tenggara Timur (NTT) sendiri, lahan kering mempunyai potensi yang lebih besar dibandingkan lahan sawah karena peluang pengembangan lahan kering sangat terbuka untuk mengembangkan berbagai komoditas unggulan lahan kering. Saat ini NTT memiliki lahan pertanian dengan luas total 5.089.998 hektar dengan jumlah lahan pertanian bukan sawah (lahan kering) sebanyak 3.852.726 hektar. Kota Kupang merupakan Ibukota Provinsi Nusa Tenggara Timur yang memiliki potensi lahan kering cukup besar pada sektor pertanian. Luas lahan kering di Kota Kupang adalah 6.660,40 hektar.

Penggunaan lahan secara terus menerus, mengakibatkan tanah di suatu lahan memiliki sifat fisik yang berbeda-beda. Oleh karena itu, untuk meningkatkan hasil pertanian, Petani perlu mengetahui sifat fisik tanah dan lokasi penyebarannya melalui pemetaan sifat fisika tanah di lahan kering [4].

METODE

Metode pada penelitian ini berupa metode survei yang pelaksanaannya dilakukan dengan pengamatan langsung di lapangan, analisis di laboratorium dan mencatat objek yang dikaji melalui prosedur kerja berikut ini.

Prosedur Kerja

1. Tahap Persiapan

Kegiatan yang dilakukan pada tahap ini yaitu:

- 1) Penentuan lokasi penelitian.
- 2) Melakukan studi pustaka tentang kajian penelitian, pengumpulan data sekunder berupa peta. Peta-peta yang dibutuhkan, yaitu: peta administrasi, peta jenis tanah dan peta tutupan lahan.
- 3) Mengurus surat izin penelitian
- 4) Menyiapkan alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian.
- 5) Membuat peta kerja untuk lokasi titik pengambilan sampel dengan menggabungkan peta administrasi, peta jenis tanah dan peta tutupan lahan. Hasil overlay ketiga jenis peta disebut SPT.

2. Tahapan di Lapangan

Tahap lapangan berupa pengambilan sampel tanah secara langsung yang akan dianalisis.

- 1) Pengambilan sampel pada titik lokasi yaitu sebanyak 4 SPT sampel di Kota Kupang.
- 2) Pada setiap titik SPT dilakukan pengambilan foto dengan menggunakan kamera.
- 3) Pengambilan sampel tanah berupa sampel tanah utuh dan sampel tanah terganggu.
 - a) Sampel tanah utuh diambil dengan menggunakan ring sampel.

Cara pengambilan sampel tanah utuh:

 1. Tanah diratakan dan dibersihkan permukaannya dari rumput atau serasah.
 2. Diletakan ring sampel di atas permukaan tanah secara tegak lurus dengan permukaan tanah.
 3. Diletakan ring sampel lain di atas tabung pertama, kemudian dengan menggunakan balok kecil yang diletakkan diatas permukaan ring sampel, ring sampel ditekan sampai tiga per empat bagian masuk ke dalam tanah.
 4. Digali ring sampel menggunakan sekop. Dalam menggali, ujung sekop harus lebih dalam dari ujung tabung agar tanah di bawah tabung ikut terangkat.

5. Dipisahkan ring sampel bagian atas dan bagian bawah lalu diiris kelebihan tanah bagian atas terlebih dahulu dengan hati-hati agar permukaan tanah sama dengan permukaan ring sampel. Kemudian tutup ring sampel menggunakan tutup plastik yang telah tersedia. Setelah itu, diiris dan potong kelebihan tanah bagian bawah dengan cara yang sama dan tutuplah tabung.
6. Dicantumkan label di atas tutup tabung bagian atas sampel tanah yang berisi informasi kedalaman, tanggal dan lokasi pengambilan sampel tanah.
- b) Sampel tanah terganggu diambil menggunakan sekop. Tanah tersebut dimasukkan sebanyak 500 gram pada kantong plastik yang diberi label dan dibawa ke laboratorium untuk dianalisis.

3. Tahap Analisis Tanah

Analisis Tanah dilakukan di laboratorium untuk mengetahui sifat fisik sampel tanah yang diperoleh dianalisis dengan metode komposit.

- a) Tekstur Tanah, dilakukan di laboratorium dengan menggunakan metode pipet 3 fraksi
- b) Berat volume tanah menggunakan metode Gravimetric ditentukan berdasarkan persamaan:

$$BD = \frac{(\text{Berat Tanah Kering Mutlak})}{V_{\text{total}}}$$

dimana : BD = Berat Tanah Kering Mutlak (g/cm^3) dan V_{total} = Nilai Volume Ring (cm^3).

- c) Berat jenis tanah dihitung berdasarkan pengukuran massa dan volume partikel tanah dengan metode piknometer yang dapat memberikan hasil yang akurat bila dilakukan dengan teliti.

$$V_p = \frac{(M_p + M_f) - M_p}{P_f}$$

dimana : V_p = Volume Piknometer, $(M_p + M_f)$ = Massa Piknometer + Zat Cair, M_p = Massa Piknometer, P_f = Berat Jenis Zat Cair.

- d) Porositas ditentukan berdasarkan persamaan :

$$\text{Porositas total} = \text{tanah } 1 - \frac{BV}{BJ} \times 100\%$$

Dimana : BV = Berat Volume Tanah dan BJ = Berat Jenis Tanah

- e) Warna tanah dapat ditentukan dengan cara membandingkan warna tanah dengan warna baku pada buku Munsell Soil Color Chart.

4. Tahap Pengolahan Data, Pembuatan Peta dan Penyusunan Laporan

Pada tahap ini, data dari laboratorium akan diolah untuk mendapatkan peta sifat tanah pada lahan yang ada di Kota Kupang. Setelah melakukan interpretasi data maka selanjutnya yaitu melakukan analisis spasial untuk membuat peta sifat fisik tanah. Pembuatan Peta dengan menggunakan Qgis. Tahap terakhir dari kegiatan ini yaitu dengan menyusun laporan akhir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

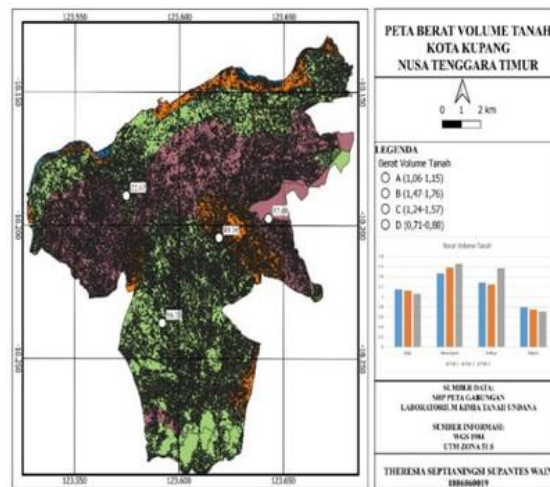
Kota Kupang adalah ibu kota Provinsi Nusa Tenggara Timur dan kota di Pulau Timor yang terletak di pesisir Teluk Kupang, bagian barat laut pulau Timor. Secara geografis, Kota Kupang Terletak pada $10^{\circ}36'14''$ - $10^{\circ}39'58''$ LS dan $123^{\circ}32'23''$ - $123^{\circ}37'01''$ BT. Luas wilayah $180,27 \text{ Km}^2$, dengan peruntukan Kawasan Industri $735,57 \text{ Ha}$, permukiman $10.127,40 \text{ Ha}$, Jalur Hijau $5.090,05 \text{ Ha}$, perdagangan $219,70 \text{ Ha}$, pergudangan $112,50 \text{ Ha}$, pertambangan 480 Ha , pelabuhan laut/udara $670,1 \text{ Ha}$, pendidikan $275,67 \text{ Ha}$, pemerintahan/perkantoran $209,47 \text{ Ha}$, lain-lain $106,54 \text{ Ha}$. [5]

Jenis penggunaan lahan kering yang terdapat di lokasi penelitian meliputi ladang, kebun campuran, perkebunan, semak belukar dan lahan terbuka. Penggunaan lahan ladang merupakan penggunaan lahan yang dominan dengan vegetasi tanaman semusim, diikuti oleh penggunaan lahan perkebunan dengan vegetasi kelapa sawit. Selain itu, terdapat pula penggunaan lahan kebun campuran dengan vegetasi tanaman buah seperti jambu mete. Untuk mengetahui sifat fisik tanah di wilayah lahan kering di Kota Kupang, maka dilakukan beberapa kegiatan:

Hasil Analisis Sampel Tanah

Hasil analisis sampel tanah ditunjukkan pada Hasil analisis laboratorium diperoleh informasi mengenai berat volume, berat jenis, porositas, tekstur dan warna tanah.

Berat Volume Tanah



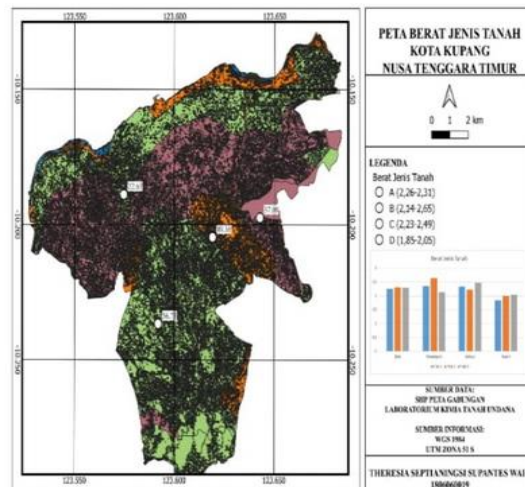
Gambar 1. Peta berat volume tanah di Kota Kupang

Hasil analisis berat volume tanah menunjukkan bahwa nilai berat volume pada SPT 1 dengan titik koordinat $10^{\circ}20'46.18''$ S dan $123^{\circ}61'90.75''$ E nilainya yaitu $1,06-1,15 \text{ gr/cm}^3$, dengan jenis tanahnya Kambisol Litik masuk dalam kategori ordo Inceptisols. Pada SPT 2 dengan titik koordinat $10^{\circ}18'88.93''$ S dan $123^{\circ}57'46.66''$ E nilainya yaitu $1,27-1,76 \text{ gr/cm}^3$, dengan jenis tanahnya Renzina masuk dalam kategori ordo Mollisols. Pada SPT 3 yang memiliki titik koordinat $10^{\circ}19'74.10''$ S dan titik koordinat $123^{\circ}64'27.98''$ E nilainya yaitu $1,24-1,57 \text{ gr/cm}^3$, dengan jenis tanahnya Regosol Eutrik masuk dalam kategori ordo Entisols. Pada SPT 4 dengan titik koordinat $10^{\circ}23'66.50''$ S dan $123^{\circ}59'18.91''$ E nilainya yaitu $0,71-0,80 \text{ gr/cm}^3$, dengan jenis tanahnya Renzina masuk dalam kategori ordo Mollisols.

Berat volume merupakan parameter yang dapat digunakan untuk menilai kepadatan suatu tanah. Semakin kecil berat volume tanah maka semakin gembur tanah tersebut, sebaliknya semakin besar bobot isi semakin padat tanah tersebut. Berat volume sekitar $1,0 \text{ g/cm}^3$ merupakan nilai yang ideal untuk tanah mineral yang bagus untuk perkembangan akar tanaman dalam menembus tanah karena tidak terjadi pemadatan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar berat volume tanah berada pada ambang kritis kerusakan tanah, karena memiliki berat volume yang lebih dari $1,4 \text{ g/cm}^3$. Tanah yang mengalami kerusakan parameter berat volume terdapat pada dua lokasi dan mewakili semua jenis penggunaan lahan, yaitu SPT 1 dan SPT 2. Berat volume tanah yang sebagian besar berada pada ambang kritis menunjukkan bahwa telah terjadi pemadatan tanah pada penggunaan lahan kering di Kota Kupang.

Pemadatan tanah diartikan sebagai penyusutan partikel-partikel di dalam tanah karena gaya tekan pada permukaan tanah sehingga ruang pori tanah menjadi sempit. Pemadatan tanah dapat disebabkan oleh pengolahan tanah dan penghancuran agregat tanah oleh air hujan. dalam pertanian karena dapat menurunkan aerasi tanah, mengurangi air tersedia, serta menghambat pertumbuhan akar dan perkecambahan tanaman. Terdapat kecenderungan bahwa pada penggunaan lahan ladang telah terjadi pemadatan tanah yang semakin tinggi, dimana berat volume telah melebihi 2 g/cm^3 . Semakin tinggi tingkat kepadatan tanah maka makin berkurang persentase pori makro dan resistensi terhadap penetrasi akar akan makin meningkat. Upaya pemulihan kerusakan tanah untuk mengurangi pemadatan tanah dilakukan dengan pemberian bahan organik. Bahan organik tanah membantu dalam pembentukan agregat tanah dengan membentuk granul-granul dan memperbesar volume dan pori-pori tanah yang ada, sehingga ruang pori total tanah meningkat. Pemberian serasah atau mulsa sebagai penutup tanah dan perlakuan olah tanah konservasi diharapkan dapat mengurangi erosi dan aliran permukaan, serta memperbaiki sifat fisik tanah pada lahan kering. [6].

Berat Jenis Tanah

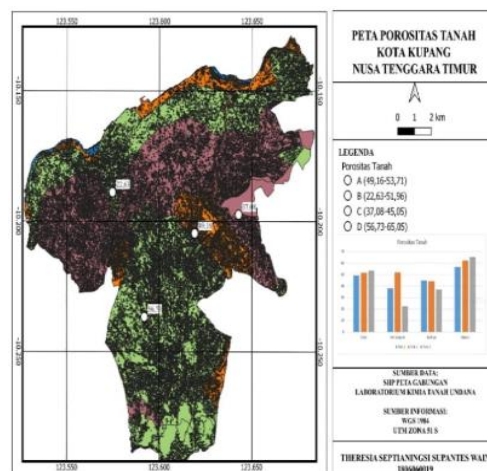


Gambar 2. Peta berat jenis tanah di Kota Kupang

Hasil analisis berat jenis tanah menunjukkan bahwa nilai berat jenis pada SPT 1 dengan titik koordinat $10^{\circ}20'46.18''$ S dan $123^{\circ}61'90.75''$ E nilainya yaitu $2,26-2,31 \text{ gr/cm}^3$, dengan jenis tanahnya Kambisol Litik masuk dalam kategori ordo Inceptisols. Pada SPT 2 dengan titik koordinat $10^{\circ}18'88.93''$ S dan $123^{\circ}57'46.66''$ E nilainya yaitu $2,14-2,65 \text{ gr/cm}^3$, dengan jenis tanahnya Renzina masuk dalam kategori ordo Mollisols. Pada SPT 3 dengan titik koordinat $10^{\circ}19'74.10''$ S dan $123^{\circ}64'27.98''$ E nilainya yaitu $2,34-2,49 \text{ gr/cm}^3$, dengan jenis tanahnya Regosol Eutrik masuk dalam ordo Entisols. Pada SPT 4 dengan titik koordinat $10^{\circ}23'66.50''$ S dan $123^{\circ}59'18.91''$ E nilainya yaitu $1,85-2,05 \text{ gr/cm}^3$, dengan jenis tanahnya Renzina masuk dalam kategori ordo Mollisols.

Faktor yang mempengaruhi berat jenis suatu tanah yaitu bahan organik, mineral tanah dan tekstur tanah. Bahan organik berperan dalam merekatkan tanah, bila semakin banyak kandungan bahan organiknya maka berat jenis semakin rendah, mineral tanah seperti hematite mempunyai berat jenis tanah tinggi. [7] Tekstur tanah, partikel-partikel tanah yang ukuran partikelnya kasar, memiliki nilai berat jenis yang tinggi misalnya pasir, ukuran partikel pasir lebih besar dari pada ukuran partikel liat sehingga berat jenis pasir lebih tinggi dari pada liat dan sebaliknya. [8] Jika berat jenis tanah suatu lahan rendah, maka tanah itu kurang baik untuk dijadikan media tanam. Sebaliknya jika nilai berat jenis tanah tinggi, maka bagus untuk dijadikan suatu media tanam bagi produktivitas tanaman. [9].

Porositas Tanah

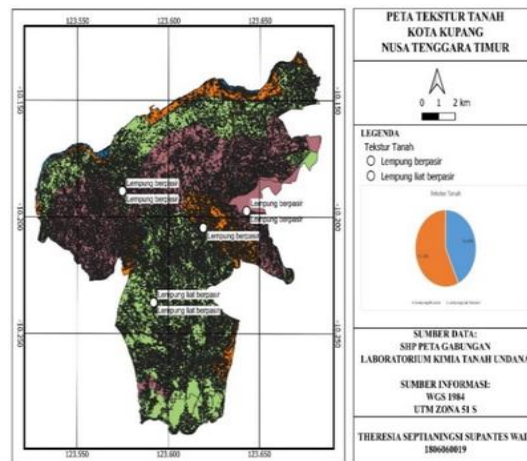


Gambar 3. Peta Porositas Tanah di Kota Kupang

Hasil analisis porositas tanah menunjukkan bahwa nilai porositas tanah pada SPT 1 dengan titik koordinat $10^{\circ}20'46.18''$ S dan $123^{\circ}61'90.75''$ E yaitu 49,16-53,71% yang artinya porositas pada lokasi tersebut adalah baik, dengan jenis tanahnya Kambisol Litik masuk dalam kategori ordo Inceptisols. Pada SPT 2 dengan titik koordinat $10^{\circ}18'88.93''$ S dan $123^{\circ}57'46.66''$ E nilainya yaitu 22,63-51,96% yang artinya porositas pada lokasi tersebut adalah baik dengan jenis tanahnya Renzina masuk dalam kategori ordo Mollisols. Pada SPT 3 dengan titik koordinat $10^{\circ}19'74.10''$ S dan $123^{\circ}64'27.98''$ E nilainya 37,8-45,05 yang artinya porositas pada lokasi tersebut adalah kurang baik, dengan jenis tanahnya Regosol Eutrik masuk dalam kategori ordo Entisols. Pada SPT 4 dengan titik koordinat $10^{\circ}23'66.50''$ S dan $123^{\circ}59'18.91''$ E nilainya yaitu 56,73-65,55% yang artinya porositas pada lokasi tersebut adalah baik, dengan jenis tanahnya Renzina masuk dalam kategori ordo Mollisols.

Berdasarkan hasil perhitungan porositas, menunjukan bahwa setiap penggunaan lahan memiliki nilai porositas yang beragam. Porositas tanah tertinggi dan terendah terdapat pada lokasi penelitian, yaitu pada SPT 4 dengan porositas sebesar 65,55 % dan SPT 2 dengan porositas sebesar 19,98%. Ambang kritis kerusakan tanah untuk porositas yaitu jika lebih tinggi dari 70 % atau kurang dari 30 %. Tanah dengan nilai porositas yang kurang dari 30% merupakan tanah yang padat dan biasanya didominasi oleh pori-pori mikro yang sangat kuat memegang air, akibatnya akar sulit untuk menyerap air. Sebaliknya, pada porositas yang lebih dari 70% maka pori-pori tanah didominasi oleh pori makro yang sifatnya mudah meloloskan air akibat gaya gravitasi sehingga tanah dapat kehilangan banyak air pada lapisan olah tanah. Hasil evaluasi kerusakan tanah menunjukkan bahwa terdapat empat lokasi yang porositasnya telah mengalami kerusakan, karena nilainya kurang dari 30 % (batas kritis minimum) yang semuanya berada pada penggunaan lahan ladang, yaitu SPT 2. Porositas tanah yang kurang dari 30 % menunjukkan bahwa tanah lebih padat dan hanya sedikit memiliki ruang pori yang dapat ditempati oleh air dan udara. Pada tanah yang terlalu padat pertukaran udara menjadi lambat, kandungan oksigen dalam tanah cukup rendah dan permeabilitas terhambat sehingga air akan tergenang dan menghambat pertumbuhan tanaman [10].

Tekstur Tanah

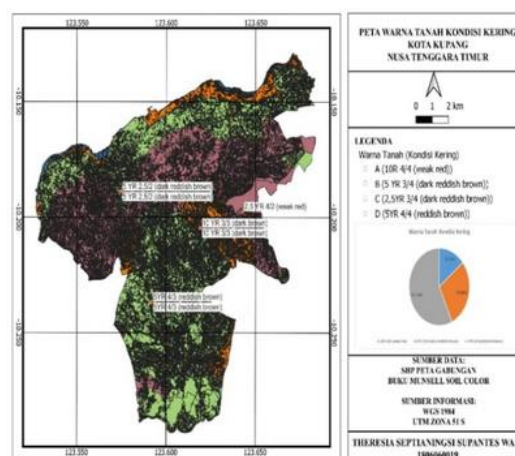


Gambar 4. Peta Tekstur Tanah di Kota Kupang

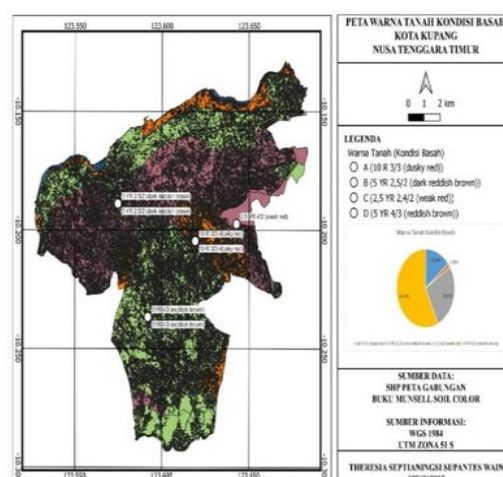
Hasil analisis tekstur tanah menunjukkan pada SPT 1 dengan titik koordinat $10^{\circ}20'46.18''$ S dan $123^{\circ}61'90.75''$ E jenis tanahnya Kambisol Litik masuk dalam kategori ordo Inceptisols memiliki kelas tekstur lempung berpasir. Pada SPT 2 dengan titik koordinat $10^{\circ}18'88.93''$ S dan $123^{\circ}57'46.66''$ E jenis tanahnya Renzina masuk dalam kategori ordo Mollisols memiliki kelas tekstur lempung berpasir. Pada SPT 3 dengan titik koordinat $10^{\circ}19'74.10''$ S dan $123^{\circ}64'27.98''$ E jenis tanahnya Regosol Eutrik masuk dalam kategori ordo Entisols memiliki kelas tekstur lempung berpasir. Pada SPT 4 dengan titik koordinat $10^{\circ}23'66.50''$ S dan $123^{\circ}59'18.91''$ E jenis tanahnya Renzina masuk dalam kategori ordo Mollisols memiliki kelas tekstur lempung liat berpasir.

Tekstur tanah yang paling dominan di lapangan tergolong kelas agak kasar yakni tekstur lempung berpasir, kemudian kelas tekstur agak halus yakni tekstur lempung berliat, dan kelas tekstur sedang yakni tekstur lempung, serta kelas tekstur agak halus yakni tekstur lempung liat berdebu. Pada SPT 1- SPT 3 memiliki kelas tekstur yang sama yaitu, lempung berpasir (Sandy Loam). Pada SPT 4 memiliki kelas tekstur yang berbeda yaitu, lempung berliat (Clay Loam)..Tekstur liat dan lempung memiliki daya menahan air lebih besar dibandingkan tekstur pasir. Tekstur tanah dengan komposisi pasir lebih tinggi dengan liat yang rendah akan mudah meloloskan air dan memiliki kemantapan agregat lemah dan rentan terhadap erosi serta angin yang mengalami potensi kehilangan unsur hara melalui proses pelindihan sangat tinggi yang memiliki sifat porus, dan penyimpanan lengasnya rendah. Tekstur tanah mempengaruhi kadar air tanah dan penyerapan partikel tanah, tanaman yang ditanam pada tanah berpasir umumnya lebih mudah kekeringan dari pada tanah-tanah bertekstur lempung atau liat.Tanah yang bertekstur lempung, daya menyimpan airnya lebih besar sehingga penyerapan air dan unsur hara yang ada di sekitar perakaran tanaman dapat berlangsung dengan baik [11].

Warna Tanah



Gambar 5. Peta Warna Tanah Kondisi Kering di Kota Kupang



Gambar 6. Peta Warna Tanah Kondisi Basah di Kota Kupang

Hasil analisis berat jenis tanah menunjukkan bahwa pada SPT 1 dengan titik koordinat 10°20'46.18" S dan 123°61'90.75" E didapatkan warna tanah pada kondisi kering 10 R 4/4 (weak red) dan kondisi basah 10 R 3/3 (dusky red) dengan jenis tanahnya Kambisol Litik masuk dalam kategori ordo Inceptisols. Pada SPT 2 dengan titik koordinat 10°18'88.93" S dan 123°57'46.66" E didapatkan

warna tanah pada kondisi kering 5YR $\frac{3}{4}$ (dark reddish brown) dan kondisi basah 5YR 2,5/2 (dark reddish brown) dengan jenis tanahnya Renzina masuk dalam kategori ordo Mollisols. Pada SPT 3 dengan titik koordinat 10°19'74.10" S dan 123°64'27.98" E didapatkan warna tanah kondisi kering 2,5 YR $\frac{3}{4}$ (dark reddish brown) dan kondisi basah 2,5 4/2 (weak red) dengan jenis tanahnya Regosol Eutrik masuk dalam kategori ordo Entisols. Pada SPT 4 dengan titik koordinat 10°23'66.50" S dan 123°59'18.91" E didapatkan warna tanah kondisi kering 5 YR 4/4 (reddish brown) dan kondisi basah 5YR 4/3 (reddish brown) dengan jenis tanahnya Renzina masuk dalam kategori ordo Mollisols.

Dari hasil pengamatan, warna tanah di lokasi penelitian cenderung memiliki warna yang sama, atau dengan kata lain tidak memiliki perbedaan warna yang jelas. Warna tanah di lokasi penelitian didominasi oleh dark brown dan dark reddish brown, beberapa sampel ditemukan ini warna weak red, dusky red dan reddish grey. Tanah yang berwarna cenderung gelap berarti mengandung bahan organik tanah atau belum mengalami pencucian hara secara intensif sehingga relatif subur, sebaliknya warna yang berwarna terang atau berbahan organik rendah berarti telah mengalami pencucian unsur hara sehingga relatif miskin hara. Warna tanah di lokasi penelitian yang tergolong gelap ini di pengaruhi oleh kandungan bahan organik tanah yang cukup tinggi [12].

KESIMPULAN DAN SARAN

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. SPT 1 dengan titik koordinat 10°20'46.18" S dan 123°61'90.75" E memiliki nilai berat volume tanah sebesar 1,06-1,15 g/cm³ dengan jenis tanahnya Kambisol Litik masuk dalam kategori ordo Inceptisols. Nilai berat jenis tanahnya yaitu 2,26-2,31 g/cm³. Nilai porositas tanahnya 49,16-53,71%. Kelas tekstur tanah pada lokasi ini adalah lempung berpasir. Warna tanah pada kondisi kering 10 R 4/4 (Weak red) dan kondisi basah 10 R 3/3 (Dusky red).
2. SPT 2 dengan titik koordinat 10°18'88.93" S dan 123°57'46.66" E memiliki nilai berat volume Brown.
3. SPT 3 dengan titik koordinat 10°19'74.10" S dan 123°64'27.98" E memiliki nilai berat volume tanah sebesar 1,24-1,57g/cm³ dengan jenis tanahnya Regosol Eutrik masuk dalam kategori ordo Entisols. Nilai berat jenis tanahnya yaitu 2,23 -2,49 g/cm³. Nilai porositas tanahnya 37,08-45,05 %. Kelas tekstur tanah pada lokasi ini adalah lempung berpasir. Warna tanah pada kondisi kering 2,5 YR 3/4 (Dark reddish brown) dan kondisi basah 2,5 4/2 (Weak red).
4. SPT 4 dengan titik koordinat 10°23'66.50" S dan 123°59'18.91" E memiliki nilai berat volume tanah sebesar 0,71-0,80 g/cm³ dengan jenis tanahnya Renzina masuk dalam kategori ordo Mollisols. Nilai berat jenis tanahnya yaitu 1,85 - 2,05 g/cm³. Nilai porositas tanahnya 56,73 - 65,55 %. Kelas tekstur tanah pada lokasi ini adalah lempung liat berpasir. Warna tanah pada kondisi kering 5 YR 4/4 (reddish brown) dan kondisi basah 5YR 4/3 (reddish brown).

SARAN

Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai kondisi sifat fisik tanah yang ada di Kota Kupang untuk mengetahui perubahan kedepannya sehingga dapat menjadi acuan dalam berbagi serta mengelola kondisi sifat fisik yang ada di wilayah tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

1. Hanafiah, K, A. 2005. Dasar-Dasar Ilmu Tanah. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
2. Naldo, R.A., 2011. Sifat Fisika Ultisol Limau Manis Tiga Tahun Setelah Pemberian Beberapa Jenis Pupuk Hijaun. J. agroland. Fakultas Pertanian. Universitas Andalas. Padang.
3. Rosyidah, E, dan Wirosoedarmo. R., 2013. Pengaruh Sifat Fisik Tanah pada Konduktivitas Hidrolik Jenuh di 5 Penggunaan Lahan (Studi Kasus di Kelurahan Summersari Malang). J. Agritech. Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya. Malang.

4. Badan Pusat Statistik Kota Kupang. (2022). Kota Kupang dalam Angka. Badan Pusat Statistik Kota Kupang. Kupang.
5. Neolaka. E. Y, J. L. Tanesib dan Bernandus. 2022. Pemetaan Daerah Rawan Erosi Dengan Menggunakan Metode Universal Soil Loss Equation (USLE) di Kota Kupang. Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana. Kupang.
6. Hartanto, N. Zulkarnain dan Wicaksono, A, A. 2022. Analisis Beberapa Sifat Fisik Tanah Sebagai Indikator Kerusakan Tanah Pada Lahan Kering. Fakultas Pertanian, Universitas Mulawarman. Kalimantan Timur.
7. Hardjowigeno, S. 1989. Dasar Ilmu Tanah. Mediatatama Sarana Perkasa. Jakarta.
8. Darmawijaya. 1997. Klasifikasi Tanah. UGM Pres. Yogyakarta. .
9. Saidi, A. 2006. Fisika Tanah dan Lingkungan. Andalas University Press. Padang.
10. Hartanto, N. Zulkarnain dan Wicaksono, A, A. 2022. Analisis Beberapa Sifat Fisik Tanah Sebagai Indikator Kerusakan Tanah Pada Lahan Kering. Fakultas Pertanian, Universitas Mulawarman. Kalimantan Timur.
11. Hardjowigeno, S. 2003. Ilmu Tanah. Akademika Pressindo. Jakarta.
12. Dika, M.T.S.2011. Sifat fisik Tanah Pada Hutan Mangrove desa Tolangano Kecamatan Banawa Selatan Kabupaten Donggala Provinsi Sulawesi Tengah. Skripsi Jurusan Kehutanan Fakultas Kehutanan Universitas Tadulako. Palu.

PEMETAAN PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN DI WILAYAH PESISIR KAWASAN KONSERVASI MURO LAUT KABUPATEN LEMBATA DENGAN PENGINDERAAN JAUH

Maria Tritanti Barek, Frederika Rambu Ngana, Hadi Imam Sutaji, Jehunias L. Tanesib

Program Studi Fisika, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Jl. Adi Sucipto Penfui,
Kupang, Nusa Tenggara Timur, 85001, Indonesia
E-mail: mariatritantibarek@gmail.com

Abstrak

Sentinel-2 merupakan satelit penginderaan jauh yang memiliki resolusi temporal yang baik untuk mendeteksi jenis dan perubahan tutupan lahan di area yang luas. Informasi tutupan lahan yang akurat penting dalam memahami fenomena-fenomena yang terjadi pada permukaan bumi, menyediakan basis data yang diperlukan dalam berbagai penelitian serta digunakan sebagai acuan dalam pengelolaan berbasis lahan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perubahan tutupan lahan di wilayah pesisir kawasan konservasi Muro Laut Kabupaten Lembata. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah untuk membuat peta tutupan lahan dari citra satelit Sentinel-2 dengan teknik supervised classification menggunakan algoritma maximum likelihood. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data citra digital Sentinel-2 perekaman tanggal 24 Mei 2019 dan citra digital Sentinel-2 perekaman tanggal 12 Juni 2023. Tahap klasifikasi dilakukan dengan menggunakan komposit band RGB 11-8-2. Hasil pemetaan menunjukkan bahwa terjadi perubahan tutupan lahan di kawasan konservasi, dimana penurunan luasan pada tutupan lahan ladang (-416,89 ha), hutan (-6763,55 ha), mangrove (-79,92 ha) serta pemukiman (-159,8 ha) sementara tutupan lahan yang mengalami peningkatan luasan adalah kebun (+7250,39 ha), lahan terbuka (+137,74 ha), serta tambak (+32,03 ha).

Kata kunci : Sentinel-2, Kawasan pesisir, Penginderaan Jauh, Perubahan Tutupan Lahan

Abstract

Sentinel-2 is a remote sensing satellite with good temporal resolution to detect land cover types and changes over large areas. Accurate land cover information is important in understanding the earth's surface phenomena, providing the database needed in various studies, and is used as a reference in land-based management. This research aims to determine changes in land cover in the coastal area of the Muro Laut conservation area, Lembata Regency. The method used in this research is to create land cover maps of Sentinel-2 satellite images with a supervised classification technique using the maximum likelihood algorithm. The data used in this research was Sentinel-2 digital image data acquired on May 24, 2019, and Sentinel-2 digital image acquired on June 12, 2023. We used the RGB 11-8-2 band composite for this classification. The mapping results show that there has been a change in land cover in the conservation area, where there has been a decrease in the area of land cover of fields (-416.89 ha), forests (-6763.55 ha), mangroves (-79.92 ha) and settlements (159.8 ha). In contrast, there is an increased area in the area of gardens (+7250.39 ha), open land (+137.74 ha), and ponds (+32.03 ha).

Keywords : Sentinel-2, Coastal Area, Remote Sensing, Land Cover Change

PENDAHULUAN

Penginderaan jauh didefinisikan sebagai pengkajian atas informasi mengenai permukaan bumi dengan memanfaatkan radiasi elektromagnetik yang dipantulkan atau dipancarkan dari permukaan bumi. Teknologi penginderaan jauh adalah suatu kegiatan pengamatan obyek atau suatu daerah tanpa melalui kontak langsung dengan obyek tersebut [1]. Di Indonesia pemanfaatan teknologi penginderaan jauh telah dimulai sejak akhir tahun 1960-an. Penggunaan analisis citra digital dalam kegiatan

pemetaan dan inventarisasi sumberdaya telah dimanfaatkan untuk berbagai bidang kajian. Salah satu aplikasi penginderaan jauh adalah pemetaan tutupan lahan sebagai data dasar.

Kawasan konservasi pesisir merupakan kawasan yang mempunyai ciri khas tertentu sebagai satu kesatuan ekosistem yang dilindungi, dilestarikan serta dimanfaatkan secara berkelanjutan. Prasyarat menuju keberhasilan konservasi pesisir dan pengelolaan secara berkelanjutan tidak terlepas dari kebutuhan data dan informasi. Salah satu informasi yang dibutuhkan yaitu informasi tutupan lahan. Dengan adanya informasi tersebut dapat ditentukan langkah-langkah yang tepat dalam manajemen pengelolaan kawasan konservasi.

Tutupan lahan merupakan kenampakan material fisik di permukaan bumi yang menyediakan informasi penting dalam memahami fenomena alam, kajian geoscience serta perubahan global. Penelitian tentang pemetaan tutupan lahan kawasan pesisir dinilai penting karena nantinya akan memberikan data dan informasi tentang kondisi dan persebaran potensi kawasan pesisir berdasarkan tutupan lahan dalam bentuk peta sehingga memudahkan dalam menerjemahkan dan mengimplementasikan perencanaan pengelolaan kedepannya.

Pemantauan tutupan lahan dapat dilakukan dengan menggunakan teknologi pemetaan dan penginderaan jauh, seperti citra satelit, drone, atau pesawat udara [2]. Pada penelitian ini dilakukan pemetaan tutupan lahan menggunakan data citra satelit sentinel-2 di kawasan konservasi Muro Laut. Muro Laut merupakan kearifan lokal masyarakat Kabupaten Lembata yang digunakan untuk melindungi sumberdaya alam di wilayah pesisir. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memetakan perubahan tutupan lahan di wilayah pesisir kawasan konservasi sehingga dapat diketahui bagaimana kesesuaian pemanfaatan lahan sebelum dan sesudah penetapan konservasi di kawasan tersebut.

DASAR TEORI

Wilayah Pesisir

Wilayah pesisir merupakan wilayah peralihan antara daratan dan lautan dimana aktivitas antara kedua wilayah saling mempengaruhi dan dipengaruhi. Luas suatu kawasan pesisir bergantung pada struktur geologi yang dicirikan oleh topografi dari wilayah yang membentuk tipe-tipe kawasan pesisir tersebut.

Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh merupakan suatu pengukuran ataupun perolehan data pada objek di permukaan bumi atau jauh dari objek yang diindera. Permukaan bumi yang dimaksud dapat berupa perkotaan atau pedesaan, hutan dan tutupan/penggunaan lahan lainnya sesuai keperluan. Tujuan utama penginderaan jauh adalah mengumpulkan data sumberdaya alam dan lingkungan.

Citra Sentinel-2

Citra Sentinel-2 merupakan satelit penginderaan jauh yang membawa petak resolusi tinggi *imager multispectral* yang memiliki informasi spektral dengan 13 band termasuk panjang gelombang inframerah tampak, inframerah dekat, tepi merah, dan gelombang pendek yang memiliki resolusi spasial yang berbeda dimana 4 band bersolusi 10 m, 6 band beresolusi 20 m serta 3 band lainnya beresolusi 60 m [3]. Sentinel-2 memberikan kontribusi signifikan terhadap pemantauan lahan dengan data masukan untuk perubahan tutupan lahan pemetaan

Pemetaan Tutupan Lahan

Tutupan lahan mencakup segala jenis penutup permukaan bumi seperti hutan, lahan pertanian, padang rumput, permukiman, tambang, perairan, dan sebagainya. Dengan memahami tutupan lahan, dapat diketahui pola dan tren penggunaan lahan dan dampaknya pada ekosistem, iklim, serta manusia [4]. Data tutupan lahan yang akurat dan mutakhir sangat penting dalam pengambilan keputusan yang tepat dalam perencanaan. Perubahan tutupan lahan adalah bertambahnya suatu tutupan lahan dari satu tutupan ke tutupan lainnya diikuti dengan berkurangnya tipe tutupan lahan yang lain dari waktu ke waktu, atau berubahnya fungsi suatu lahan pada kurun waktu yang berbeda [5].

METODE

Objek dan Waktu Penelitian

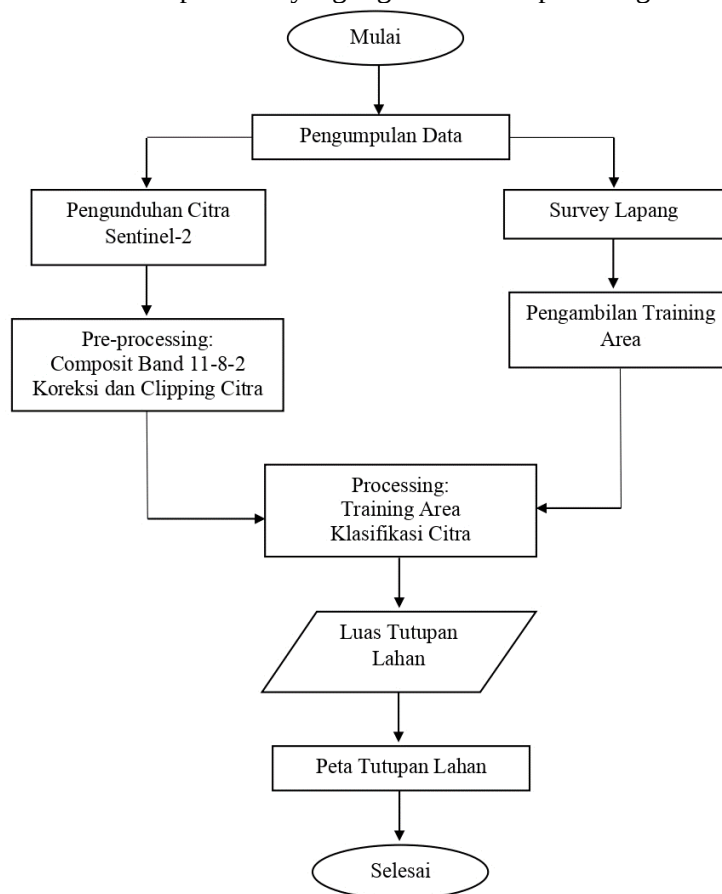
Penelitian ini dilakukan di wilayah pesisir kawasan konservasi Muro Laut Kabupaten Lembata, Nusa Tenggara Timur (NTT).

Prosesing Data

Prosesing data dalam penelitian ini menggunakan 1 unit Laptop, GPS, Kamera serta Software pengolah citra (QGIS 3.28). Data-data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi: Citra Sentinel-2 (tanggal perekaman 24 Mei 2019) serta Citra Sentinel-2 (tanggal perekaman 12 Juni 2023), peta batas administrasi Kabupaten Lembata dalam bentuk file SHP dan data survey lapangan.

Prosedur Penelitian

Pada penelitian ini memiliki prosedur yang digambarkan seperti diagram alir berikut ini.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Secara singkat tahap pembuatan peta tutupan lahan adalah sebagai berikut:

1. Input citra sentinel-2 yang diperoleh dari <https://scihub.copernicus.eu>
2. Pemotongan data citra sentinel-2 sesuai dengan lokasi penelitian menggunakan tools ROI polygon.
3. Kombinasi band 11-8-2 untuk mengidentifikasi kelas tutupan lahan
4. Pembuatan training area dengan cara menambahkan data sampel titik-titik koordinat tutupan lahan pada peta, selanjutnya sampel-sampel tutupan lahan ini dibuat dalam bentuk polygon.
5. Klasifikasi tutupan lahan, saat semua titik sampel telah mewakili semua data, selanjutnya dilakukan proses pengklasifikasian secara terbimbing. Proses ini menggunakan tools SCP dengan memilih *Band Processing* kemudian *Classification*.
6. Proses layout untuk memasukan legenda peta dan lainnya serta mengekspor peta dalam bentuk file JPG.

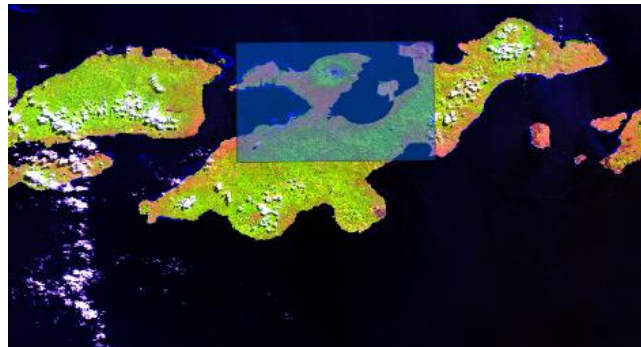
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengolahan Awal Citra

Interpretasi citra Sentinel-2 dilakukan dengan menggunakan klasifikasi terbimbing metode *maximum likelihood*. Pada penelitian ini observasi ke lapangan dilakukan untuk mendapatkan training area sebagai acuan dalam proses klasifikasi citra. Hal ini dimaksudkan untuk mengurangi kesalahan dalam pemilihan objek sampel. Pengambilan training area yang tepat sangat menentukan tingkat akurasi dari hasil klasifikasi yang didapatkan [6]. Berdasarkan penentuan titik koordinat pengamatan sebanyak 40 titik diperoleh 8 jenis tutupan lahan di lapangan yang terdiri dari lahan terbuka, ladang, hutan, pemukiman, kebun, mangrove, laut serta tambak. Koordinat titik yang diambil meliputi 3 kecamatan di wilayah pesisir Kabupaten Lembata yang masuk dalam kategori kawasan konservasi Muro Laut, setiap kecamatan memiliki kelas tutupan lahan yang berbeda dengan luasan yang berbeda pula. Klasifikasi penutup lahan dilakukan dengan menggunakan kombinasi band 11-8-2.

Pengolahan awal citra didasarkan pada pemahaman terhadap prosedur pengolahan citra yang dimaksudkan untuk mendapatkan kualitas data citra sentinel-2 dalam penelitian ini. Prosedur pengolahan citra meliputi kombinasi band, koreksi geometrik dan atmosferik serta pembatasan area penelitian. Pada penelitian ini citra sentinel-2 tahun 2019 dan 2023 yang telah didapatkan diproyeksikan mengikuti sistem proyeksi Kabupaten Lembata yaitu sistem proyeksi *universal transverse mercator* (UTM) dengan datum WGS 84 Zona 51 S.

Pada proses koreksi geometrik menggunakan software *open source* QGIS dengan menggunakan plug-in yaitu *Georeference*. Sementara proses koreksi atmosferik mencakup koreksi efek-efek yang berhubungan dengan sensor untuk meningkatkan kontras setiap piksel dari citra sehingga objek yang terekam mudah diinterpretasikan atau dianalisis guna menghasilkan informasi yang benar sesuai keadaan di lapangan. Pada tahap selanjutnya citra hasil koreksi kemudian dibatasi sesuai dengan wilayah penelitian, pembatasan dilakukan untuk memfokuskan wilayah penelitian sehingga memudahkan dalam analisis citra. Pembatasan dilakukan menggunakan ROI polygon yang terdapat pada QGIS sehingga hanya bagian pesisir yang masuk dalam kawasan konservasi Muro Laut yang dianalisis dan difokuskan



Gambar 1. Pembatasan Area Penelitian

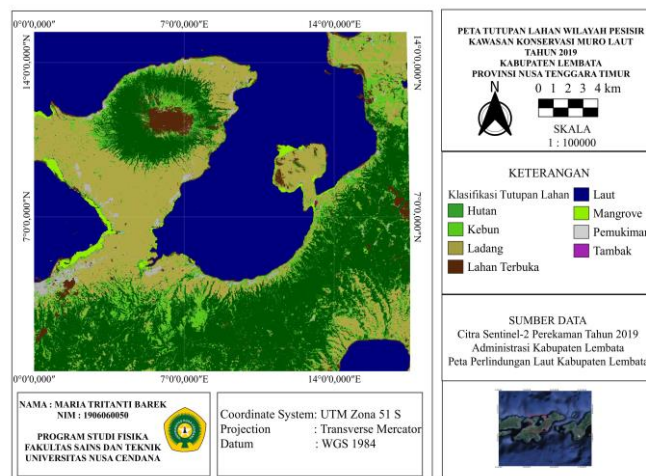
Pemetaan tutupan lahan pada penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi pola pemanfaatan ruang di wilayah pesisir kawasan konservasi di Kabupaten Lembata dan mengukur perubahannya dalam periode waktu yang berbeda.

Klasifikasi Citra Sentinel-2 Tahun 2019

Berdasarkan hasil survey pendahuluan dan interpretasi terhadap citra satelit sentinel-2 tahun 2019 diperoleh 8 kelas tutupan lahan di wilayah pesisir kawasan konservasi Muro Laut Kabupaten Lembata diantaranya lahan terbuka, ladang, hutan, pemukiman, kebun, mangrove, laut dan tambak. Tutupan lahan di wilayah pesisir kawasan konservasi Muro Laut Kabupaten Lembata serta luasannya disajikan seperti pada tabel 1. Untuk peta tutupan lahan menggunakan analisa citra sentinel-2 terlihat pada gambar 2.

Tabel 1. Luas Tutupan Lahan Tahun 2019

Kelas	Luas (ha)	Persentase(%)
Lahan Terbuka	2059.44	3.57%
Ladang	10827.88	18.78%
Hutan	16885.94	29.29%
Pemukiman	1056.14	1.83%
Kebun	5038.15	8.74%
Mangrove	576.84	1.00%
Laut	21194.69	36.77%
Tambak	5.4	0.01%
Total	57644.48	100%



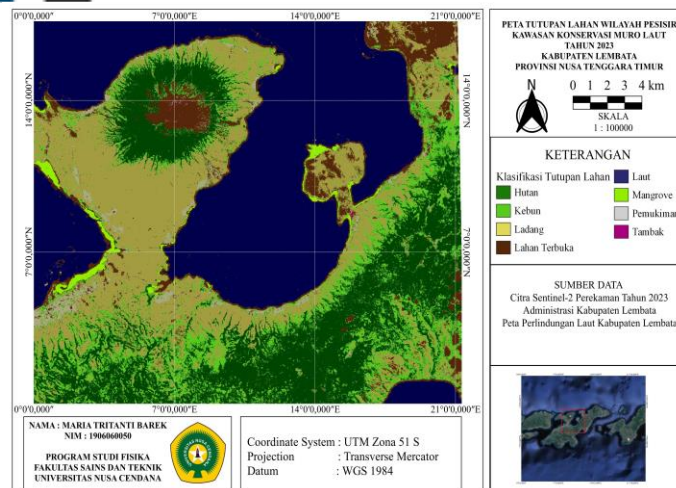
Gambar 2. Peta Tutupan Lahan Kawasan Konservasi Muro Laut Tahun 2019

Klasifikasi Citra Sentinel-2 Tahun 2023

Berdasarkan hasil survey pendahuluan dan interpretasi terhadap citra satelit sentinel-2 tahun 2023 diperoleh 8 kelas tutupan lahan di wilayah pesisir kawasan konservasi Muro Laut Kabupaten Lembata diantaranya lahan terbuka, ladang, hutan, pemukiman, kebun, mangrove, laut dan tambak. Tutupan lahan di wilayah pesisir kawasan konservasi Muro Laut Kabupaten Lembata serta luasannya disajikan di tabel 2. Peta tutupan lahan menggunakan analisa citra sentinel-2 disajikan pada gambar 3.

Tabel 2. Klasifikasi tutupan lahan citra sentinel-2 tahun 2023

Kelas	Luas (ha)	Persentase(%)
Lahan Terbuka	2197.18	3.79%
Ladang	10410.99	17.98%
Hutan	10122.39	17.48%
Pemukiman	1159.15	2.00%
Kebun	12288.54	21.22%
Mangrove	496.92	0.86%
Laut	21194.69	36.60%
Tambak	37.43	0.06%
Total	57644,48	100%



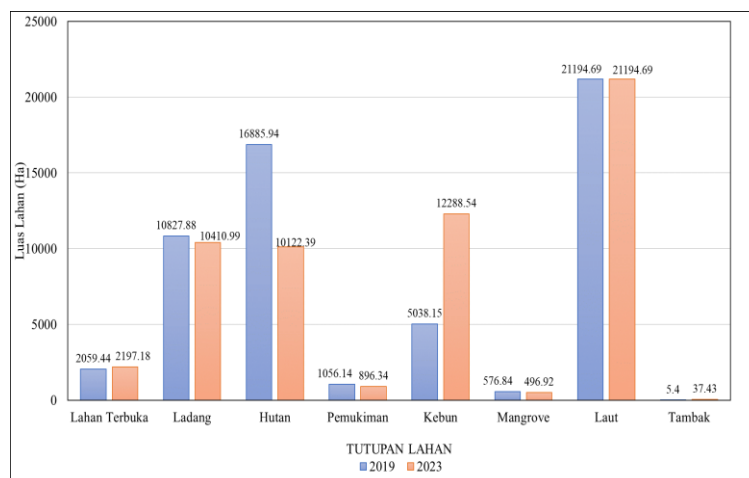
Gambar 3. Peta Tutupan Lahan Kawasan Konservasi Muro Laut Tahun 2023

Analisis Perubahan Tutupan Lahan Di Kawasan Konservasi

Pada penelitian ini digunakan perbandingan antara luas tutupan lahan tahun 2019 dengan tahun 2023. Berdasarkan interpretasi citra satelit sentinel-2 tahun 2019 dan 2023 menunjukkan perbedaan yang dilihat dari sebaran luas area tiap kelas tutupan lahan yang dihasilkan. Luas perubahan tutupan lahan tersebut dapat dilihat pada tabel 3 berikut ini.

Tabel 3. Perubahan Tutupan Lahan

Kelas Tutupan Lahan	Luasan (ha)		Perubahan (ha)
	2019	2023	
Lahan Terbuka	2059.44	2197.18	+137.74
Ladang	10827.88	10410.99	-416.89
Hutan	16885.94	10122.39	-6763.55
Pemukiman	1056.14	896.34	-159,8
Kebun	5038.15	12288.54	+7250.39
Mangrove	576.84	496.92	-79.92
Laut	21194.69	21194.69	-
Tambak	5.4	37.43	+32.03
Total	57644.48	57644,48	-



Gambar 4. Grafik Perubahan Tutupan Lahan

Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat bahwa pada tahun 2019 sebelum penetapan kawasan konservasi di Kabupaten Lembata tutupan lahan yang mendominasi adalah kelas hutan dengan luas lahan 16885.94 kemudian pada tahun 2023 setelah penetapan konservasi mengalami penurunan luas yang signifikan yakni sebesar 6763.55 ha. Perubahan ini disebabkan karena sebagian besar penduduk di kawasan tersebut bermata pencaharian sebagai petani sehingga mendorong penggunaan lahan hutan untuk aktivitas perkebunan. Hal ini sesuai dengan data tutupan lahan kebun yang juga meningkat di tahun 2023 seluas 7250.39 ha. Perubahan tutupan lahan dapat disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya adalah terjadinya alih fungsi lahan atau konversi lahan serta peningkatan jumlah penduduk yang mengakibatkan peningkatan kebutuhan akan lahan tertentu. Penggunaan lahan di suatu wilayah bersifat dinamis dari waktu ke waktu karena akan sejalan dengan interaksi manusia dalam memanfaatkan sumber daya alam di sekitarnya [7].

Tutupan lahan pemukiman pada tahun 2019 dengan luas 1056,14 ha, mengalami penurunan luas 159,8 ha menjadi 896,34 ha pada tahun 2023, hal ini disebabkan oleh adanya bencana banjir bandang yang terjadi pada tahun 2021 di sebagian wilayah Kecamatan Ile Ape dan Ile Ape Timur, banjir bandang tersebut menyebabkan perubahan luasan tutupan lahan dikarenakan banyaknya rumah warga dan fasilitas lainnya yang ikut rusak

Selanjutnya tutupan lahan mangrove mengalami penurunan luas dari tahun 2019 seluas 576.84 ha menjadi 496.92 ha pada tahun 2023, perubahan tercatat seluas 79.92 ha perubahan luasan pada tipe penggunaan lahan ini disebabkan karena alih fungsi lahan menjadi penggunaan lahan tambak dan pemukiman. Perubahan lahan pesisir menjadi pemukiman memiliki dampak langsung maupun tidak langsung terhadap ekosistem.

Konversi lahan mangrove berakibat pada hilangnya fungsi ekosistem yang berdampak pada hilangnya keanekaragaman hayati pesisir. Dampak lingkungan lain dari konversi mangrove adalah meningkatkan potensi banjir. Hal ini dikarenakan konversi lahan mengubah bentang alam (geomorfologi) dan aliran air (hidrologi) di kawasan tersebut. Perubahan tersebut antara lain berupa tingkat kelandaian, komposisi sedimen sungai, pola pasang surut, pola arus laut sepanjang pantai dan merusak kawasan tata air. Potensi banjir akibat reklamasi semakin meningkat bila dikaitkan dengan adanya kenaikan muka air laut yang disebabkan oleh pemanasan global.

Tutupan lahan tambak pada tahun 2019 memiliki luasan 5.4 ha kemudian meningkat 32.03 ha menjadi 37,43 ha pada tahun 2023, faktor yang menyebabkan luas lahan tambak mengalami peningkatan adalah karena tambak mempengaruhi perekonomian masyarakat. Dengan adanya tambak masyarakat dapat membudidayakan ikan, udang, garam sehingga masyarakat mengkonversi lahan mangrove untuk dijadikan lahan tambak. Hal ini akan mempengaruhi ekosistem kawasan pesisir. Tambak dalam skala kecil tidak terlalu banyak mempengaruhi ekosistem mangrove, lain halnya bila dalam skala besar. Tambak dalam skala besar akan menyebabkan terjadinya penyempitan badan air, banjir, erosi dan sedimentasi, hal ini sesuai dengan pernyataan bahwa penutupan lahan menentukan laju infiltrasi air hujan yang secara langsung berpengaruh terhadap aliran permukaan (run-off) [8]. Semakin besar aliran permukaan artinya infiltrasi rendah, akibatnya potensi banjir semakin besar. Jenis-jenis penutupan lahan yang mempunyai pengaruh besar terhadap banjir adalah pemukiman, sawah ataupun tambak.

SIMPULAN DAN SARAN

SIMPULAN

Terjadi perubahan tutupan lahan di wilayah pesisir kawasan konservasi Muro Laut Kabupaten Lembata selama selang waktu 5 tahun, hal ini dapat dilihat dari peningkatan dan penurunan luas untuk tiap tutupan lahan. Tutupan lahan yang meningkat adalah kebun, lahan terbuka serta tambak. Sedangkan tutupan lahan yang menurun yaitu hutan, ladang, pemukiman serta mangrove.

SARAN

Saran lebih lanjut diperlukan pemetaan dengan menggunakan komposit band lain misalnya band 11-8-4.

DAFTAR PUSTAKA

1. Lillesand, T., Kiefer, R. W., & Chipman, J. 2015. *Remote sensing and image interpretation*. John Wiley & Sons
2. Mansour, S., Al-Belushi, M., & Al-Awadhi, T. (2020). Monitoring land use and land cover changes in the mountainous cities of Oman using GIS and CA-Markov modelling techniques. *Land use policy*, 91, 104414.
3. Li, C., Zhou, L., & Xu, W. 2021. Estimating aboveground biomass using Sentinel-2 MSI data and ensemble algorithms for grassland in the Shengjin Lake Wetland, China. *Remote Sensing*, 13(8): 1595.
4. Talukdar, S., Singha, P., Mahato, S., Pal, S., Liou, Y. A., & Rahman, A. (2020). Land-use land-cover classification by machine learning classifiers for satellite observations—A review. *Remote Sensing*, 12(7): 1135.
5. Latue, P. C. 2023. Analisis Spasial Temporal Perubahan Tutupan Lahan di Pulau Ternate Provinsi Maluku Utara Citra Satelit Resolusi Tinggi. *Buana Jurnal Geografi, Ekologi Dan Kebencanaan*, 1(1): 31-38.
6. Pertami, D., Nuarsa, I. W., & Putra, I. D. N. N. 2022. Pemetaan Perubahan Penggunaan Lahan Wilayah Pesisir Kecamatan Rungkut, Kota Surabaya, Tahun 2013 dan 2019. *Journal of Marine Research and Technology*, 5(1): 10-15.
7. Hidayat, A., & Dessy, D. R. 2021. Deforestasi Ekosistem Mangrove Di Pulau Tanakeke, Sulawesi Selatan, Indonesia. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*, 13(3): 439-454.
8. Satriawan H. 2010. Evaluasi Tingkat Bahaya Banjir Dan Erosi Serta Strategi Penanggulangannya Di Kabupaten Nagan Raya. *Jurnal Ilmiah Sains dan Teknologi*, 10(1): 78-86.

ANALISIS CITRA LANDSAT PADA DAERAH ALIRAN SUNGAI NOELMINA

Cahyani Badida, Jehunias L. Tanesib, Bernandus, Albert Zicko Johannes

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

Jln. Adi Sucipto, Penfui, Kota Kupang, 8511, Indonesia

E-mail: cahyaniibda@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk memetakan Daerah Aliran Sungai Noelmina yang terletak di Kabupaten Kupang, Kabupaten TTS dan Kabupaten TTU. Pada penelitian ini digunakan data citra landsat 8 dengan tahun yang berbeda-beda yaitu dari tahun 2014 sampai 2023 dengan selang waktu 3 tahun dan peneliti mengambil 5 kawasan penutupan lahan yaitu Hutan, Pemukiman, Semak Belukar, Sawah dan Sungai. Luasan aliran sungai mengalami perubahan dari waktu ke waktu seperti pada tahun 2014 yaitu 6428,57 ha kemudian bertambah pada tahun 2017 mencapai 8903,13 ha lalu bertambah pada tahun 2020 mencapai 12838,55 ha dan bertambah lagi pada tahun 2023 mencapai 13963,85 ha.

Kata Kunci: *Penutupan Lahan, DAS, Citra Landsat*

Abstract

This study aims to map the Noelmina Watershed located in Kupang Regency, TTS Regency and TTU Regency. In this study, landsat 8 image data with different years was used, namely from 2014 to 2023 with an interval of 3 years and the researcher took 5 land cover areas, namely Forests, Settlements, Bushes, Rice Fields and Rivers. The area of river flows has changed from time to time, such as in 2014, which was 6428.57 ha, then increased in 2017 to reach 8903.13 ha, then increased in 2020 to reach 12838.55 ha, and increased again in 2023 to reach 13963.85 ha.

Keywords: *Land Cover, Watershed, Landsat Image*

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara dengan kelimpahan sumber daya alam (SDA). Sumber daya alam tersebut meliputi sumber daya hutan dan sumber daya air. Potensi sumber daya hutan di Indonesia sangat tinggi, mencapai 99,6 juta hektar atau 52,3% dari total luas wilayah Indonesia [1]. Daerah Aliran Sungai termasuk di dalam Sumber Daya Alam (SDA) yang berfungsi sebagai reservoir air yang penting untuk kebutuhan utama makhluk hidup. Provinsi NTT memiliki 3.977 Daerah Aliran Sungai yang tersebar di seluruh wilayah daratan pada 1.192 pulau.

DAS (Daerah Aliran Sungai) di beberapa tempat di Indonesia memikul beban amat berat sehubungan dengan tingkat kepadatan penduduk dan pemanfaatan sumberdaya alamnya yang intensif sehingga terdapat indikasi belakangan ini bahwa kondisi DAS semakin menurun dengan indikasi meningkatnya kejadian tanah longsor, erosi dan sedimentasi, banjir, dan kekeringan [2].

Pengertian daerah aliran sungai (DAS) adalah keseluruhan daerah kuasa (regime) sungai yang menjadi alur pengatus (drainase) utama. Pengertian DAS sepadan dengan istilah dalam bahasa inggris drainage basin, drainage area, atau river basin. Sehingga batas DAS merupakan garis bayangan sepanjang punggung pegunungan atau tebing/bukit yang memisahkan sistim aliran yang satu dari yang lainnya. Dari pengertian ini suatu DAS terdiri atas dua bagian utama daerah tadah (catchment area) yang membentuk daerah hulu dan daerah penyaluran air yang berada di bawah daerah tadah [3].

DAS Noelmina secara administrasi, terletak di wilayah Kabupaten Kupang, Timor Tengah Selatan dan Kabupaten Timor Tengah Utara, dan secara geografis, berada diantara koordinat 123° 53' 00" - 124° 21' 14" BT dan 9° 32' 23" - 10° 09' 49" LS. DAS Noelmina yang memiliki luas

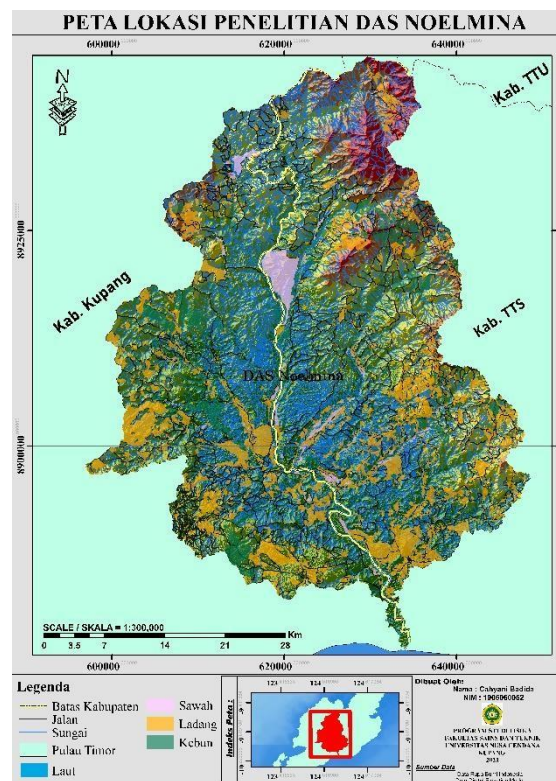
197.135,3446 ha dan terbagi atas 6 subDAS, yaitu Besiam, Boentuka, Bokong, Leke, Maiskolen, dan Nefonaik. Pola aliran DAS berbentuk dentritik dengan panjang sungai utama (sungai Noelmina) adalah 37,40 km. Hasil pendataan DAS dapat memberikan informasi bagi pengguna tentang lokasi bendungan beserta deskripsinya, jaringan sungai dalam DAS, titik rawan banjir, panjang genangan banjir dan batas DAS beserta deskripsinya [4].

Penutupan lahan adalah aktivitas manusia atas lahan yang ditunjukkan dengan adanya bentuk seperti pemukiman dan sebagainya. Penutupan lahan atau penggunaan lahan penting untuk diketahui. Informasi tentang penggunaan lahan dapat digunakan untuk mengetahui penyebab bertambahnya volume banjir dan daerah yang terlanda banjir, dalam hal ini konversi lahan dari pertanian ke non pertanian, khususnya yang kedap air bisa merubah besarnya koefisien run-off. Sedangkan informasi tentang penutupan lahan dapat digunakan untuk dapat mengetahui daerah resapan air sehingga diperoleh penyebab bertambahnya volume banjir dan daerah yang terlanda banjir [5].

METODE

Lokasi penelitian berada pada DAS Noelmina (gambar 1) yang terletak di Kabupaten Kupang, Kabupaten Timor Tengah Selatan dan Kabupaten Timor Tengah Utara. Data pada penelitian ini berupa data primer dan sekunder. Data primer berupa titik koordinat lapangan sedangkan data sekunder meliputi data citra landsat tahun 2014 sampai 2023 dengan jeda tiap 3 tahun dan data DEM. Pelaksanaan dari penelitian berupa tahapan-tahapan, yaitu pengumpulan data, pengolahan data dan analisis penutupan lahan yang diikuti dengan validasi lapangan. Untuk pengolahan datanya menggunakan metode supervised classification (klasifikasi terbimbing) dengan 4 tahapan, yaitu pembuatan peta DAS, peta penutupan lahan, validasi data dan pengukuran lebar sungai.

Penelitian ini menggunakan 5 klasifikasi penutupan lahan diantaranya, sawah, pemukiman, semak belukar, hutan dan sungai

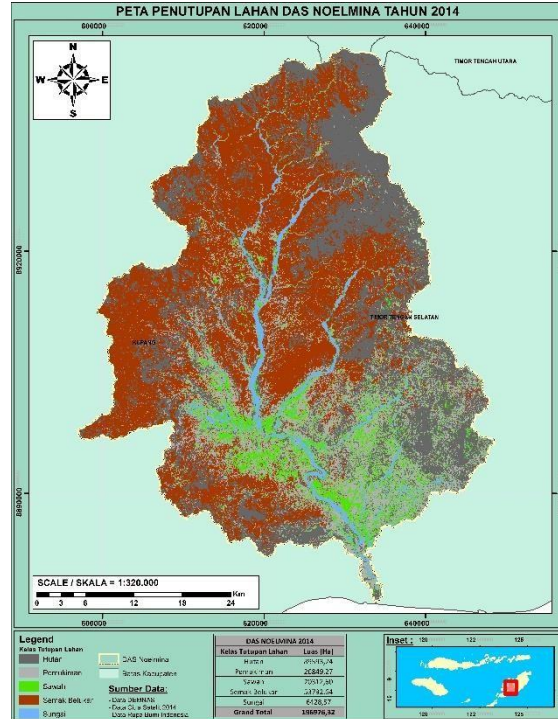


Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian DAS Noelmina

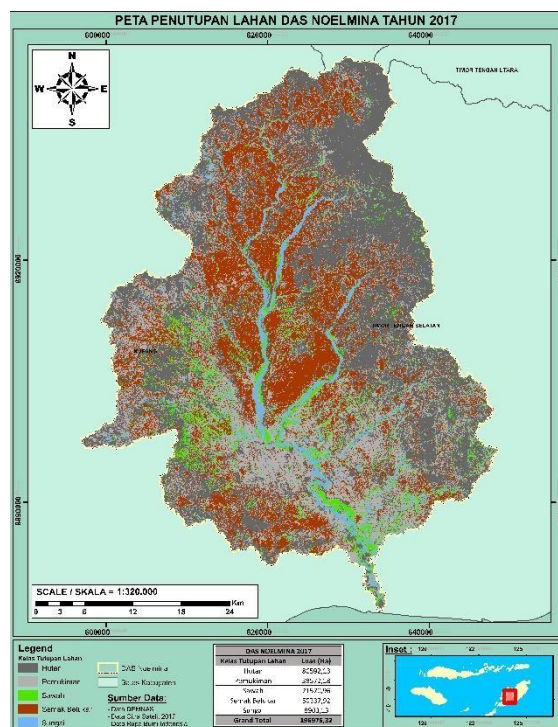
HASIL DAN PEMBAHASAN

Peta penutupan lahan DAS tahun 2014, 2017, 2020 dan 2023, peta validasi lapangan, peta pengukuran lebar sungai, dan perubahan luasan DAS Noelmina terlihat di gambar dan tabel 1 berikut.

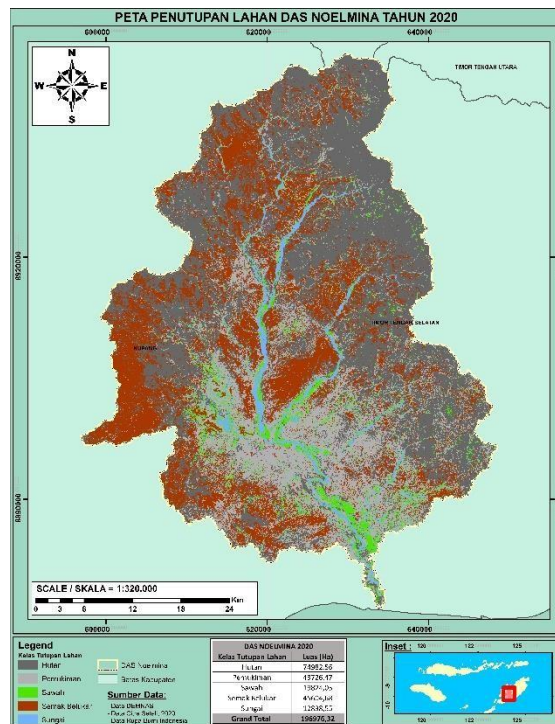
Peta Penutupan Lahan DAS Noelmina



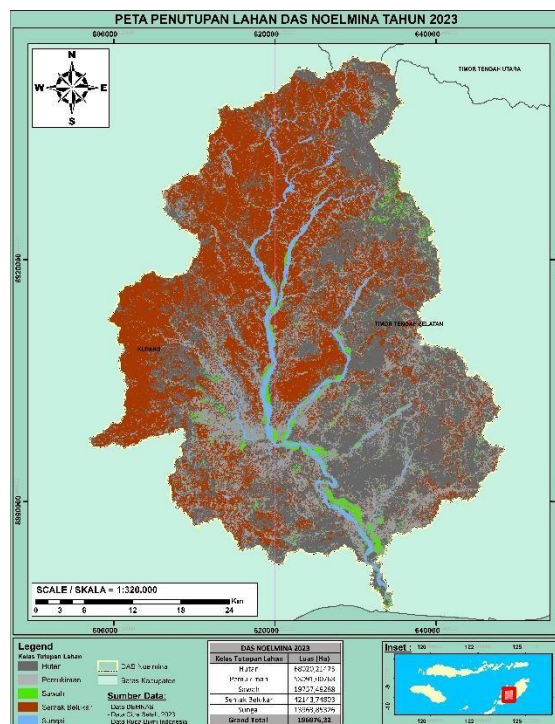
Gambar 2. Peta Penutupan Lahan DAS Noelmina Tahun 2014



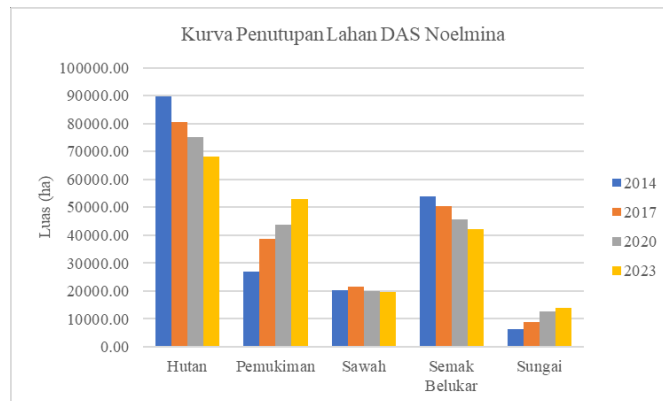
Gambar 3. Peta Penutupan Lahan DAS Noelmina Tahun 2017



Gambar 4. Peta Penutupan Lahan DAS Noelmina Tahun 2020



Gambar 5. Peta Penutupan Lahan DAS Noelmina Tahun 2023



Gambar 6. Kurva Luasan Penutupan Lahan DAS Noelmina Tahun 2014-2023

Tabel 1. Perubahan luasan DAS Noelmina

Nama Penutupan Lahan	Luas (ha)			
	2014	2017	2020	2023
Hutan	89593	80592	74982	68020
Pemukiman	26849	38572	43726	53091
Sawah	20312	21570	19824	19757
Semak	53792	50337	45604	42143
Sungai	6428	8903	12838	13963

Secara umum DAS Noelmina mengalami perubahan yang signifikan. Dapat dilihat pada kurva (gambar 5) sungai pada DAS Noelmina mengalami peningkatan luasan dari tahun 2014 sampai tahun 2023 hal ini dikarenakan berkurangnya sawah dan semak belukar pada sekitar aliran sungai.

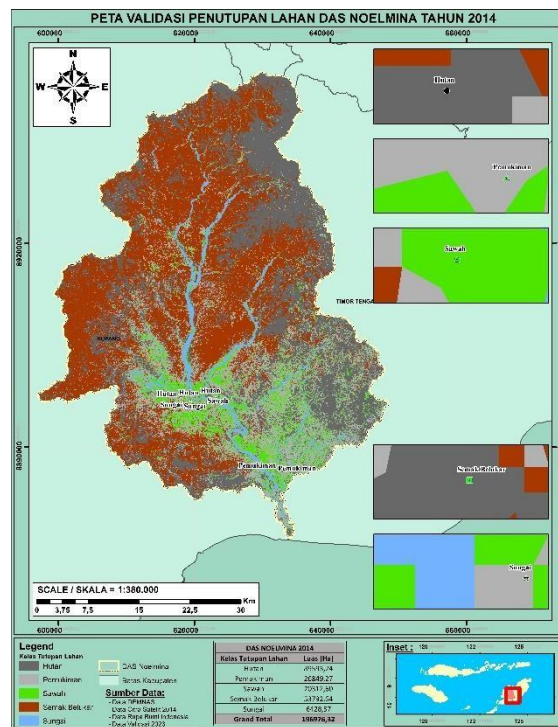
Hutan dalam kawasan DAS mengalami penurunan luasan dari tahun ke tahun. Pada tahun 2014 luasan hutan adalah 89593 ha dan mengalami penurunan dalam 10 tahun terakhir mencapai 68020 ha pada tahun 2023. Hal ini dikarenakan aktifitas manusia seperti menebang pohon sembarangan ataupun dikarenakan bencana alam pada tahun 2020 terjadi seroja yang mengakibatkan rusaknya lahan hutan. Pemukiman mengalami kenaikan luasan dalam 10 tahun terakhir, yakni pada tahun 2014 luasan kawasan pemukiman adalah 26849 ha setelah 10 tahun luasannya mencapai 53091 ha. Pemukiman mengalami kenaikan luasan dikarenakan pertambahan jumlah penduduk yang semakin padat di sekitar Daerah Aliran Sungai Noelmina seperti pembangunan rumah-rumah ataupun pembangunan PT-PT di dekat aliran sungainya.

Sawah mengalami perubahan naik dan turun dalam kurun waktu 10 tahun terakhir di kawasan sungai Noelmina. Pada tahun 2014 luasan sawah 20312 ha dan mengalami pertambahan luasan pada tahun 2017 mencapai 21570 ha. Namun pada tahun 2020 dan 2023 luasan sawah mengalami penurunan luasan mencapai 19824 ha hingga tersisa 19757 ha pada tahun 2023. Hal ini dikarenakan sawah yang beralih fungsi lahan ataupun pelebaran sungai yang mengakibatkan kawasan sawah di dekat aliran sungai berkurang. Semak belukar mengalami penurunan luasan dari tahun ke tahun dalam 10 tahun terakhir. Pada tahun 2014 luasan semak belukar adalah 53792 ha berkurang hingga pada tahun 2023 tersisa 42143 ha.

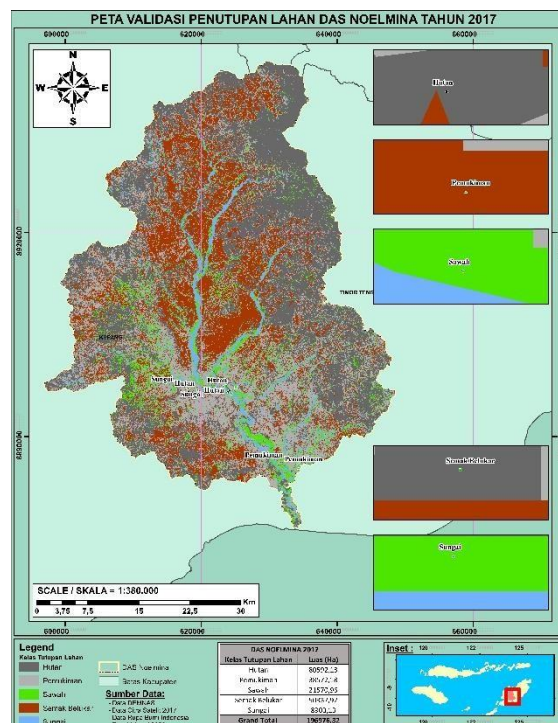
Aliran sungai pada kawasan Daerah Aliran Sungai Noelmina dalam 10 tahun terakhir mengalami kenaikan luasan secara terus menerus. Luasan sungai bertambah ini dikarenakan berkurangnya lahan sawah dan juga semak belukar di dekat aliran sungainya. Pada tahun 2014 luasan sungainya adalah 6428 ha bertambah hingga pada tahun 2023 mencapai 13963 ha.

VALIDASI PENUTUPAN LAHAN

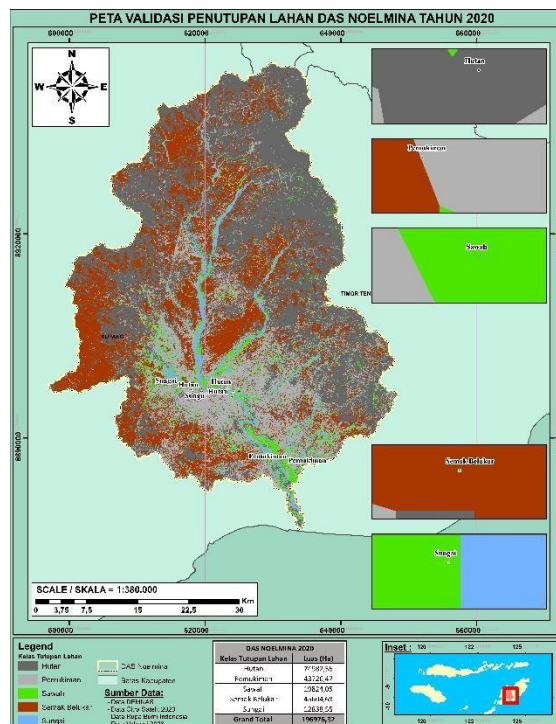
Hasil dari overlay peta penutupan lahan dan titik koordinat lapangan menghasilkan peta validasi penutupan lahan (gambar 7-10).



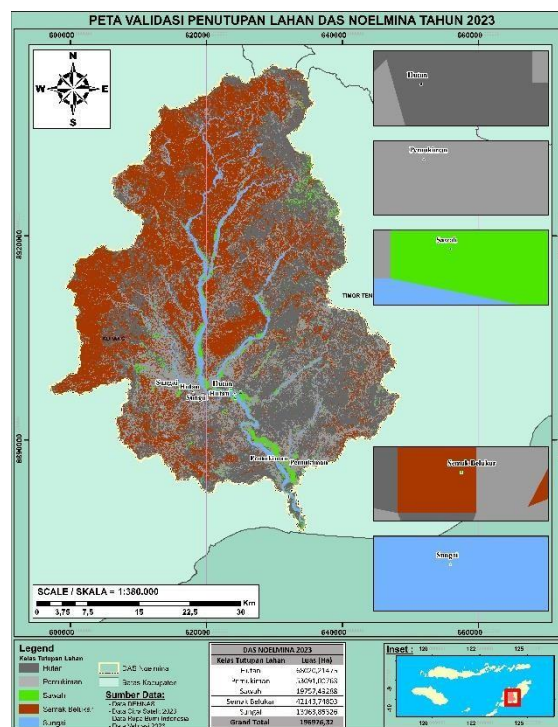
Gambar 7. Peta Validasi Penutupan lahan DAS Noelmina Tahun 2014



Gambar 8. Peta Validasi Penutupan Lahan DAS Noelmina Tahun 2017



Gambar 9. Peta Validasi Penutupan Lahan DAS Noelmina Tahun 2020



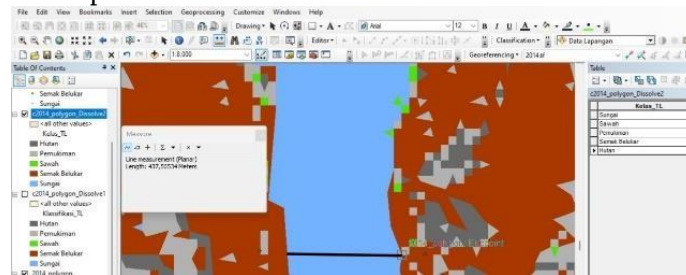
Gambar 10. Peta Validasi Penutupan Lahan DAS Noelmina Tahun 2023

Tahun 2014, sampel titik koordinat yang diambil pada tahun 2023 yang cocok dengan peta adalah kelas hutan, pemukiman dan sawah. Sedangkan kelas penutupan yang tidak sesuai adalah semak belukar dan sungai.

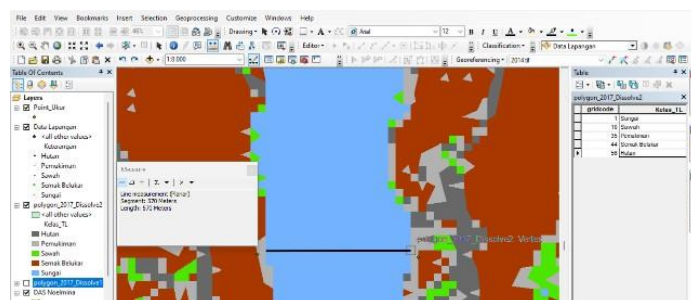
Tahun 2017, sampel titik koordinat yang cocok dengan peta adalah hutan dan sawah. Sedangkan kelas penutupan yang tidak cocok titik koordinat adalah pemukiman, semak belukar dan sungai. Sampel titik koordinat yang diambil tahun 2020 dan cocok dengan peta adalah hutan, pemukiman, sawah dan semak belukar. Sedangkan kelas penutupan yang tidak cocok titik koordinat adalah sungai. Titik koordinat lapangan yang diambil tahun 2023 cocok dengan peta penutupan lahan tahun 2023.

PENGUKURAN LEBAR SUNGAI

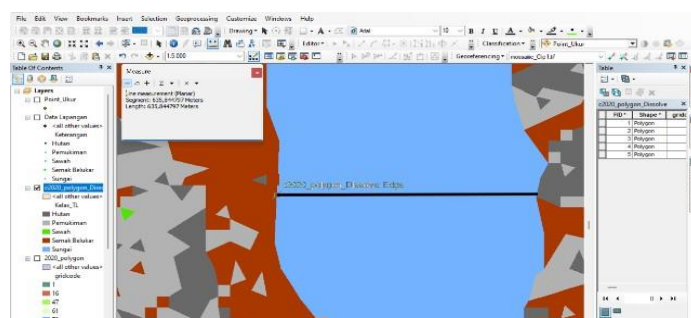
Titik koordinat yang diambil pada tahun 2023 sebagai acuan untuk mengukur lebar sungai, terlihat (gambar 11-14). Lebar sungai pada tahun 2014 adalah 437 meter, tahun 2017 adalah 570 meter, tahun 2020 mencapai 635 meter dan tahun 2023 adalah 709 meter.



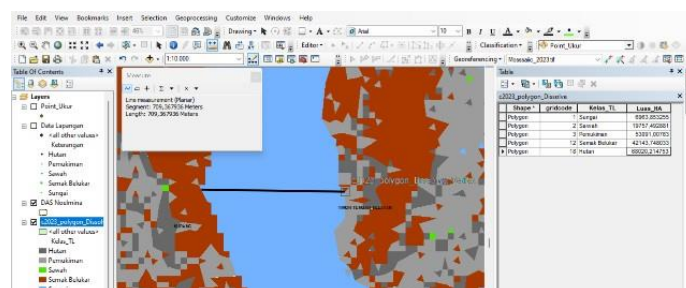
Gambar 11. Lebar sungai DAS Noelmina Tahun 2014



Gambar 12. Lebar sungai DAS Noelmina Tahun 2017



Gambar 13. Lebar sungai DAS Noelmina Tahun 2020



Gambar 14. Lebar sungai DAS Noelmina Tahun 2023

PERBANDINGAN PENELITIAN SEBELUMNYA

Pada penelitian [6] terdapat perbedaannya dengan penelitian ini yaitu dalam penelitian sebelumnya peneliti mengambil data 20 tahun terakhir sedangkan penelitian ini mengambil data 10 tahun terakhir dan juga penelitian sebelumnya mengambil 6 klasifikasi sedangkan penelitian ini menggunakan 5 klasifikasi penutupan lahan kemudian pada penelitian sebelumnya luasan hutan lebih kecil dibandingkan dengan penelitian ini dengan periode tahun yang berbeda-beda. Hal ini dikarenakan klasifikasi pada penelitian sebelumnya lebih banyak sehingga klasifikasi kelas Penutupan lahannya lebih akurat. Pada Penelitian sebelumnya kelas padang rumput lebih besar luasannya sedangkan pada penelitian ini kelas yang memiliki luasan terbesar adalah hutan, dan kelas hutan pada penelitian sebelumnya dengan sekarang berbeda dikarenakan pada saat pengolahan data menggunakan ArcGIS terjadi kesalahan dalam tahap training sample dimana warna pixel pada kelas hutan dan semak belukar hampir sama sehingga pembacaan klasifikasinya tidak begitu akurat.

SIMPULAN DAN SARAN

SIMPULAN

Perubahan penutupan lahan Daerah Aliran Sungai Noelmina tahun 2014-2023 cukup signifikan karena mengalami peningkatan dan penurunan luasan pada tiap tahunnya yang diakibatkan oleh faktor alam dan faktor manusia. Berdasarkan pengolahan data citra pada software ArcGIS, terlihat bahwa luasan pada kelas sungai dan pemukiman mengalami peningkatan secara terus menerus dari tahun ke tahun, kelas hutan dan semak belukar mengalami penurunan luasan dalam 10 tahun terakhir dan kelas sawah pada tahun 2017 mengalami penambahan luasan dari tahun sebelumnya namun pada tahun 2020 dan 2023 mengalami penurunan luasan.

SARAN

Perubahan penutupan lahan pada DAS Noelmina sebaiknya dilakukan menggunakan software yang lebih bagus dan mengambil kelas penutupan yang lebih banyak sehingga mendapatkan penggambaran peta yang memuaskan dan juga akurat, kemudian data citra satelit yang digunakan sebaiknya data citra yang beresolusi tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

1. Ambarwati, R., dan Patandean, A. J. Evaluasi Perubahan Perilaku Erosi Daerah Aliran Sungai Rammang-rammang dengan Pemodelan Spasial. *Jurnal Sains dan Pendidikan Fisika*, 14(1), 319-180.
2. Mahmud, M., Joko, H., & Susanto, S. (2009). Penilaian Status Daerah Aliran Sungai (Studi Kasus Sub Das Serang). *Agritech*, 29(4).
3. Fuady, Z. (2013). Tinjauan daerah aliran sungai sebagai sistem ekologi dan manajemen daerah aliran sungai. *Jurnal Lentera*, 6(1).
4. Rahayu, S., Piarsa, I. N., & Buana, P. W. (2016). Sistem Informasi Geografis Pemetaan Daerah Aliran Sungai Berbasis Web. *Lontar Komputer*, 7(2), 75-76.
5. Nuryanti, N., Tanesib, J. L., dan Warsito, A. (2018). Pemetaan Daerah Rawan Banjir dengan Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis di Kecamatan Kupang Timur Kabupaten Kupang Provinsi Nusa Tenggara Timur. *Jurnal Fisika: Fisika Sains dan Aplikasinya*, 3(1), 73-79.
6. Tanesib, J. L., Sianturi, H. L., dan Mbiliyora, C. (2024). Pemetaan Perubahan Daerah Aliran Sungai (Das) Noelmina Dengan Memanfaatkan Data Citra Satelit. *Jurnal Fisika: Fisika Sains dan Aplikasinya*, 9(1), 47-53.

ANALISIS LUASAN LAHAN TAMBAK GARAM DI KABUPATEN SABU RAIJUA AKIBAT BENCANA BADAI SIKLON SEROJA MENGGUNAKAN PENGINDERAAN JAUH

Jublina Selviana Wahi, Frederika Rambu Ngana, Albert Zicko Johannes,
Hadi Imam Sutaji

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

Abstrak

Penelitian ini telah dilakukan untuk mengetahui perubahan luas tutupan lahan tambak garam sebelum bencana badai siklon seroja dan sesudah bencana badai siklon Seroja dengan bantuan penginderaan jauh di Kabupaten Sabu Raijua terutama di Kecamatan Sabu Timur dan Kecamatan Sabu Liae. Badai siklon seroja terjadi di Kabupaten Sabu Raijua pada tanggal 4 April 2021. Badai siklon seroja termasuk bencana alam yang berkekuatan besar, mengakibatkan korban bencana, baik korban jiwa maupun korban materiil. Akibat dari bencana badai siklon seroja adalah tutupan lahan mengalami perubahan. Dalam penelitian ini, data yang digunakan adalah data Citra Landsat 8 dengan menggunakan metode klasifikasi terbimbing. Dari hasil penelitian ini diketahui bahwa badai siklon Seroja menyebabkan luasan tambak garam mengalami kerusakan karena tertimbun dengan pasir, tetapi luas lahan tambak garam tidak mengalami perubahan. Dimana luas lahan tambak garam sebelum badai siklon seroja seluas 240,75 ha dengan persentase 2% dan sesudah badai siklon seroja luas lahan tambak garam juga tetap 240,75 ha dengan persentase 2%.

Kata Kunci: Tambak Garam, Bencana Alam, Citra Landsat 8, Penginderaan Jauh.

Abstract

[Title: Analysis of Salt Pond Land Area in Sabu Raijua Regency Due to Cyclone Seroja Disaster Using Remote Sensing]. This study has been conducted to determine changes in salt pond land cover before the Seroja cyclone disaster and after the Seroja cyclone disaster with the help of remote sensing in Sabu Raijua Regency, especially in East Sabu District and Sabu Liae District. A seroja cyclone occurred in Sabu Raijua Regency on April 4, 2021. Seroja cyclone storms include natural disasters of great strength, resulting in disaster victims, both casualties and material casualties. The result of the seroja cyclone disaster is that land cover has changed. In this study, the data used was Landsat 8 imagery data using a guided classification method. From the results of this study, it is known that the Seroja cyclone caused salt pond land to be damaged because it was buried with sand, but the area of salt pond land did not change. Where the area of salt pond land before the seroja cyclone was 240.75 ha with a percentage of 2% and after the seroja cyclone the area of salt pond land also remained 240.75 ha with a percentage of 2%.

Keywords: Salt Ponds, Natural Disasters, Landsat 8 Imagery, Remote Sensing

PENDAHULUAN

Kabupaten Sabu Raijuamerupakan salah satu kabupaten yang ada di Provinsi Nusa Tenggara Timur. Dengan luas wilayah sekitar 460,96 Km²[1]. Kabupaten Sabu Raijua merupakan salah satu penghasil produksi garam di Nusa Tenggara Timur. Namun, luas lahan tambak garam perlu diperhatikan. Dimana, luas lahan tambak garam setiap tahunnya akan selalu mengalami perubahan,

sehingga perlu adanya analisis perubahan luas lahan tambak garam. Luas lahan tambak garam juga dapat disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain bencana[2].

Bencana merupakan suatu rangkaian peristiwa yang dapat mengancam dan mengganggu kehidupan makhluk hidup yang disebabkan oleh beberapa faktor antara lain: faktor alam, faktor non alam, serta faktor dari manusia sendiri, sehingga mengakibatkan timbulnya korban, baik dalam hal jiwa, kerusakan lingkungan, kehilangan harta benda. Bencana didasarkan pada penyebabnya, dibagi menjadi dua jenis: bencana alam adalah bencana yang faktornya berasal dari alam, misalnya bencana badai Siklon Seroja dan bencana non alam faktor penyebabnya berasal dari bencana sosial, kegagalan teknologi, dan wabah penyakit[3], contohnya COVID-19.

Bencana badai siklon Seroja terjadi di Kabupaten Sabu Raijua, pada tanggal 4 April 2021. Bencana badai siklon Seroja adalah sebuah badai berkekuatan besar, dengan radius rata-rata 150 Km[4] hingga 200 Km[5]. Akibat dari bencana badai siklon seroja, menyebabkan di Kabupaten Sabu Raijua mengalami kerugian baik secara fisik, materiil, maupun secara psikis. Bencana badai Siklon Seroja berpotensi menimbulkan bencana hidrometeorologi, yaitu cuaca yang ekstrem: angin putting beliung, banjir, tanah longsor, hujan lebat, hingga kekeringan yang ekstrem[6].

Untuk mengetahui kondisi permukaan suatu wilayah ada beberapa cara. Salah satunya melalui penginderaan jauh, yaitu dengan menggunakan citra satelit Landsat dapat memperoleh data atau informasi tentang tutupan lahan suatu wilayah tertentu. Penginderaan jauh digunakan untuk mendeteksi perubahan tutupan lahan disuatu wilayah[7].

Tujuan dari penelitian untuk mengetahui perubahan luasan lahan tambak garam yang ada sebelum bencana badai Siklon Seroja dan Sesudah bencana Badai Siklon Seroja. Dalam penelitian ini, menggunakan metode Klasifikasi Terbimbing (*Supervised Classification*).

TINJAUAN PUSTAKA

Tambak Garam

Tambak garam adalah suatu tempat atau lahan yang digunakan untuk menghasilkan garam. Tambak ini berbentuk seperti kolam dan berisi air laut atau air asin dengan dasarnya yang dangkal[8].

Bencana Alam

Bencana alam adalah suatu fenomena alam yang tidak dapat diprediksi kapan akan terjadinya, meskipun manusia berusaha dengan segala upayanya untuk membaca fenomena alam [9].

Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh adalah metode yang digunakan untuk mencari suatu informasi tentang suatu objek yang ada di permukaan bumi dengan tidak melakukan kontak langsung dengan objek tersebut. Kelebihan penginderaan jauh dapat memetakan suatu wilayah yang luas dengan waktu singkat [10].

METODE

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Kecamatan Sabu Timur dan Kecamatan Sabu Liae, Kabupaten Sabu Raijua, Provinsi Nusa Tenggara Timur dimulai dari bulan April 2023 sampai bulan September 2023.

Prosedur Penelitian

1. Alat pengambilan data lapangan : GPS, Kamera dan
2. Alat tulis dan Alat analisis data berupa: software pengelola citra yaitu QGIS. Dalam penelitian ini menggunakan Quantum GIS dengan menerapkan metode Supervised Classification (klasifikasi terbimbing) dimana untuk dilakukan proses klasifikasi sesuai kategori tutupan lahan yang di teliti.
3. Data citra Landsat 8 yang didownload pada website: <https://earthexplorer.usgs.gov/> (tanggal perekaman data 21 Juli 2020 dan 24 Juli 2021) dengan memiliki tutupan awan yang rendah yaitu kurang dari 10 % untuk data landsat sebelum dan sesudah badai siklon seroja.
4. Peta batas administrasi Kabupaten Sabu Raijua dalam bentuk file SHP yang didownload pada website: <https://tanahair.indonesia.co.id>
5. Data survei lapangan berupa titik koordinat GPS.

Analisis Data

Proses analisis data, terbagi atas dua tahapan antara lain:

1. Survei Lapangan

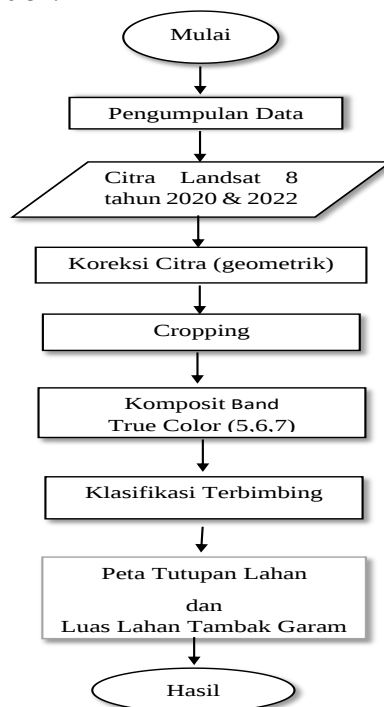
Data survei lapangan adalah data yang dijadikan sebagai acuan dalam pembuatan training area tutupan lahan sehingga dapat melakukan klasifikasi citra.

2. Pembuatan Peta Tutupan Lahan

Pembuatan peta tutupan lahan dilakukan dengan klasifikasi terbimbing terhadap data citra Landsat 8 dengan kombinasi band 567 (True Color).

Proses Pembuatan Peta Tutupan Lahan :

1. Menginput data citra Landsat 8 pada software QGIS. Data citra yang dipakai adalah data citra yang terekam pada tanggal 21 Juli 2020 dan tanggal 24 Juli 2021, dengan tutupan awan pada masing-masing data citra dibawah 10%.
2. Menginput data polygon vektor untuk batas administrasi Kecamatan Sabu ke dalam QGIS.
3. Memotong data citra landsat 8 berdasarkan lokasi penelitian dengan mengklik pada tab plugins > clip > multiple layers > clip displayed layers.
4. Setelah data citra di potong, dilakukan kombinasi band 5-6-7 dengan tujuan untuk mendapatkan warna true color composite. Klik tab Scp > band set.
5. Menginput data sampel titik-titik koordinat tutupan lahan yang dibuat di google earth disimpan dalam bentuk file KML (keyhole markup language).
6. Menggabungkan data citra Landsat 8 yang sudah di komposit dengan data titik tutupan lahan.
7. Melakukan training input dengan memanfaatkan titik koordinat tutupan lahan dari lapangan.
8. Membuat polygon baru untuk training input pada data citra Landsat 8. Dengan mengklik tools SCP Dock kemudian Construction dan memilih Create new shapes layer. Dengan cara mengaktifkan Semi-Automatic Classification plugin pada Plugins kemudian Create a ROI polygon > Save temporary ROI to training input.
9. Sampel training input tersebut kemudian di kasifikasikan menjadi 6 kelas jenis tutupan lahan, yaitu: Tambak garam, Padang rumput, Sawah, Tanah kosong, Kebun, Pemukiman. Klik tab menu SPC > Band processing > Classification.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

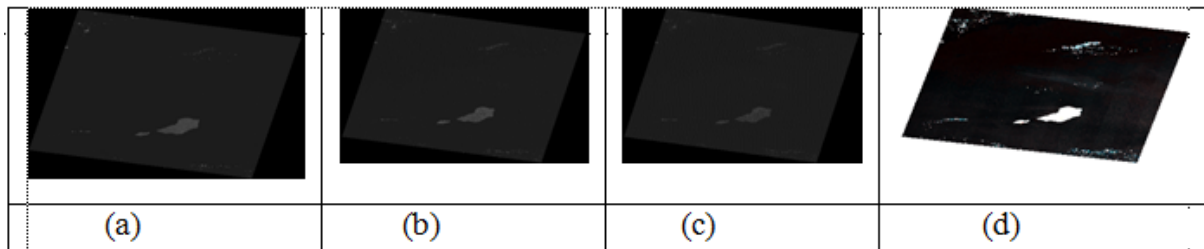
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan Peta Tutupan Lahan

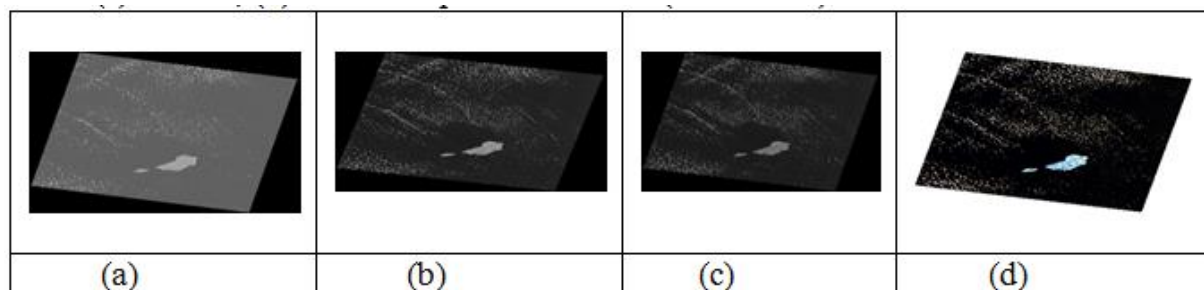
Pembuatan peta luasan tutupan lahan tambak garam terdiri dari dua jenis yaitu peta tutupan lahan luas lahan tambak garam sebelum bencana badai siklon seroja dan peta tutupan lahan luas lahan tambak garam sesudah bencana badai siklon seroja. Proses pembuatan peta tutupan lahan tambak garam dilakukan dengan cara klasifikasi terhadap citra satelit yang digunakan. Pada penelitian ini proses klasifikasi citra dilakukan dengan cara klasifikasi terbimbing. Citra satelit yang digunakan adalah data citra satelit Landsat 8.

Pengolahan Data Citra Landsat

Data citra Landsat 8 yang didownload terdiri dari 7 band, untuk mendapatkan citra *True Color* diperlukan pengkompositan terhadap band-band tersebut. Dalam hal ini, proses komposit band ini perlu dilakukan karena bertujuan untuk mempertajam warna pada citra satelit untuk mendapatkan gambar visual yang lebih baik ketika dilakukan klasifikasi terhadap citra tersebut. Dari hasil komposit citra akan dapat membedakan kenampakan objek yang ada diatas permukaan bumi sehingga dapat dilihat ketika adanya perbedaan warna antara tiap objek. Hasil komposit band ditunjukkan pada gambar berikut.

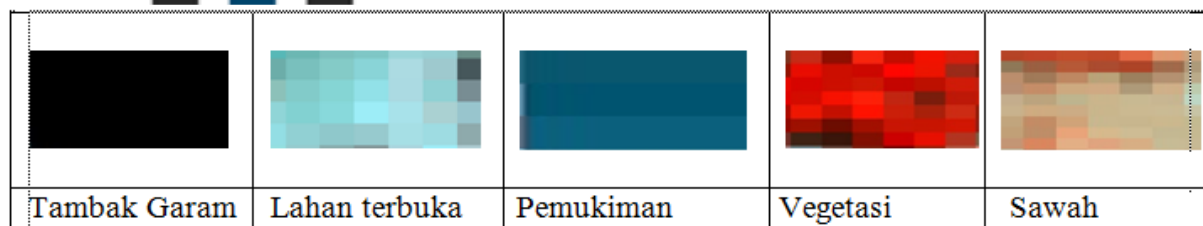


Gambar 2. Komposit citra landsat sebelum Seroja (a) band 5, (b) band 6, (c) band 7, (d) hasil komposit band 567 (True color)

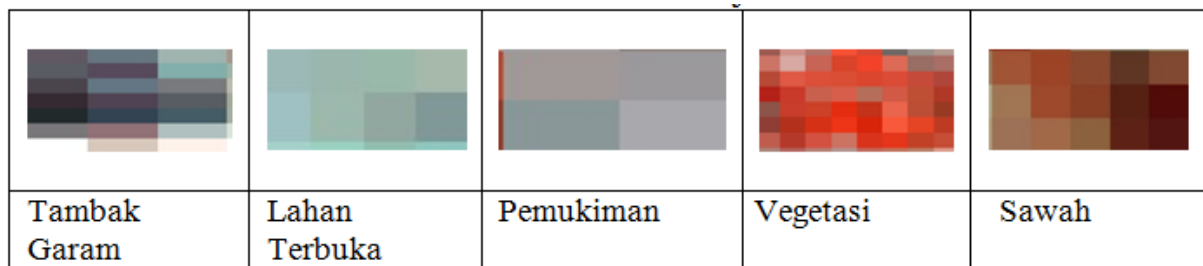


Gambar 3. Komposit citra landsat sesudah Seroja (a) band 5, (b) band 6, (c) band 7, (d) hasil komposit band 567(true color)

Pada penelitian ini menggunakan komposit citra yaitu true color (band 567) dengan resolusi spasial band 30 m, karena untuk melihat objek tutupan lahan tambak garam diperlukan band yang memiliki karakteristik atau fungsi yang baik dalam menempatkan objek tutupan lahan tambak garam. Pada citra komposit band 567 objek-objek dasar yang akan dikaji atau yang akan diidentifikasi antara lain kelompok objek vegetasi, tanah dan air. Pada True color (band 567) objek yang ditampilkan atau dihasilkan akan memiliki warna yang sama dengan yang dilihat oleh pandangan mata manusia, misalnya pada vegetasi akan terlihat berwarna biru toska, dan pada air akan terlihat berwarna hitam hingga kecoklat-coklatan (air dangkal), pada tanah akan berwarna orange hingga kecoklat-coklatan [11]. Berdasarkan pada komposit citra kenampakan objek dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 4. Kenampakan Objek pada true color (band 567) dari data landsat 8 sebelum badai siklon seroja



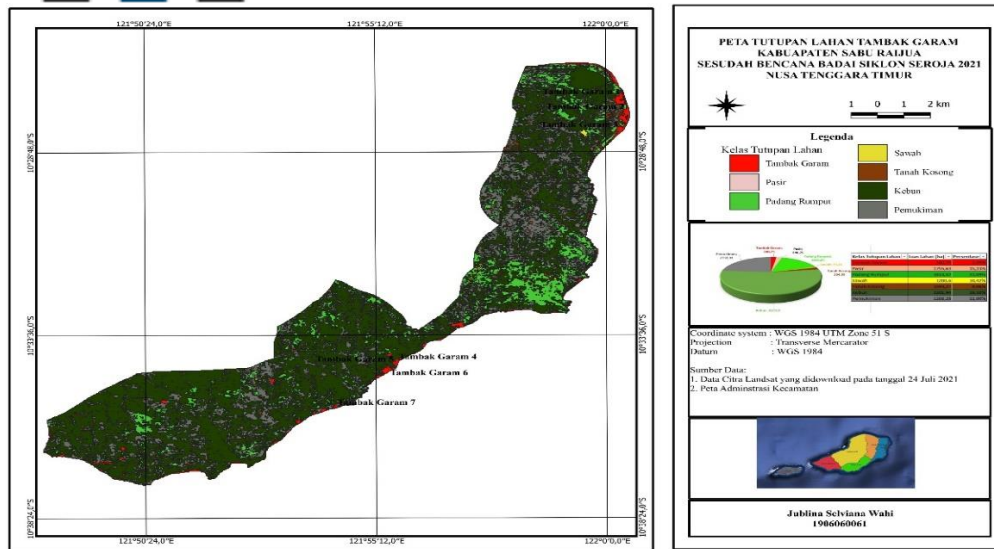
Gambar 5. Kenampakan Objek pada true color (band 567) dari data landsat sesudah badai siklon seroja

Berdasarkan pada gambar 4 dan 5 di atas, kenampakan objek pada true color band (567) dari data landsat 8 sebelum badai siklon seroja dan true color band (567) dari data landsat 8 sesudah badai siklon seroja tidak memiliki kesamaan warna pada setiap komposit objek, hal ini terjadi karena pada masing-masing objek tutupan lahan citra landsatnya bervariasi, tergantung pada nilai spektral pada objek tersebut serta waktu perekaman data citra. Untuk tambak garam sendiri, secara visualisasi hasil interpretasi tambak garam dikelompokkan dalam objek tanah dan air yang dimana senantiasa mengalami perubahan kenampakan objeknya, misalkan pada keadaan tambak garam siap panen berwarna kecoklatan sedangkan pada tambak garam yang sedang dialiri air berwarna hitam kecoklat-coklatan [11].

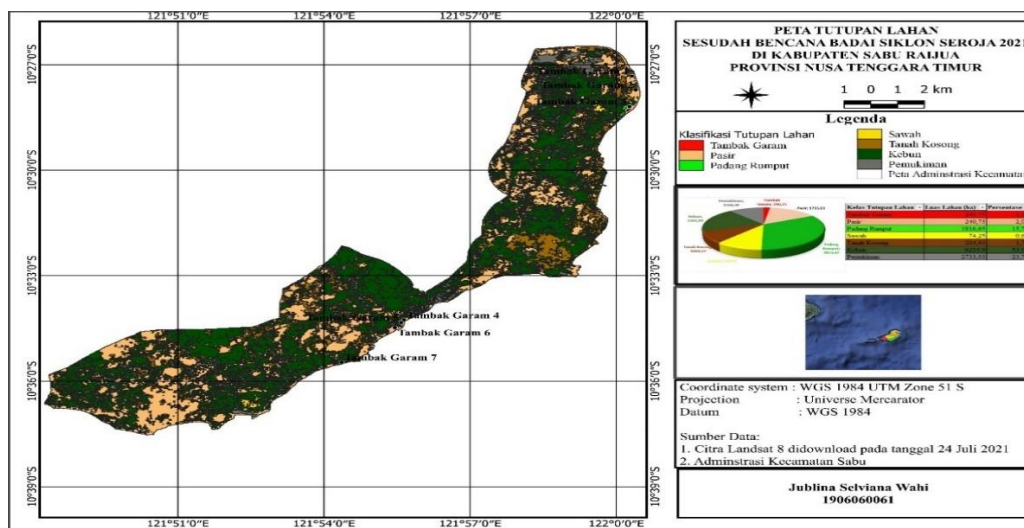
Pada komposit true color (567) dari data landsat 8 sebelum badai siklon seroja, tambak garam berwarna hitam hingga kecoklat-coklatan, lahan terbuka berwarna biru muda, pemukiman berwarna biru tua, sawah berwarna orange dan untuk vegetasi berwarna merah. Sedangkan pada komposit true color (567) dari data landsat 8 sesudah badai siklon seroja tambak garam berwarna ungu tua hingga abu-abu, lahan terbuka berwarna hijau keabuan, pemukiman berwarna abu-abu, sawah berwarna coklat dan untuk vegetasi berwarna merah muda. Ketidaksamaan warna ini dikarenakan objek pada tutupan lahan sesudah seroja mengalami banyak perubahan terutama pada objek lahan tambak garam meskipun menggunakan komposit band yang sama.

Klasifikasi Citra Satelit

Dalam pembuatan suatu peta tutupan lahan klasifikasi citra adalah salah satu tahap penting yang perlu diperhatikan karena dalam proses ini piksel-piksel akan dikelompokkan berdasarkan warna sehingga akan menjadi kelas-kelas tutupan lahan, pada penelitian ini citra Landsat diklasifikasi menjadi enam (7) kelas yaitu Tambak Garam, Pasir, Tanah Kosong, Pemukiman, Sawah, dan Kebun. Dalam Penelitian ini menggunakan klasifikasi terbimbing. Untuk klasifikasi terbimbing diperlukan sampel (training area) untuk melakukan klasifikasi. Dimana training area adalah kunci dari klasifikasi terbimbing karena setiap piksel akan diklasifikasi berdasarkan training area yang dibuat. Hasil klasifikasi terbimbing menggunakan komposit true color (567) untuk masing-masing dari citra landsat yaitu sebelum seroja dan sesudah seroja di software QGIS dapat dilihat pada Gambar 6 dan Gambar 7 berikut ini:

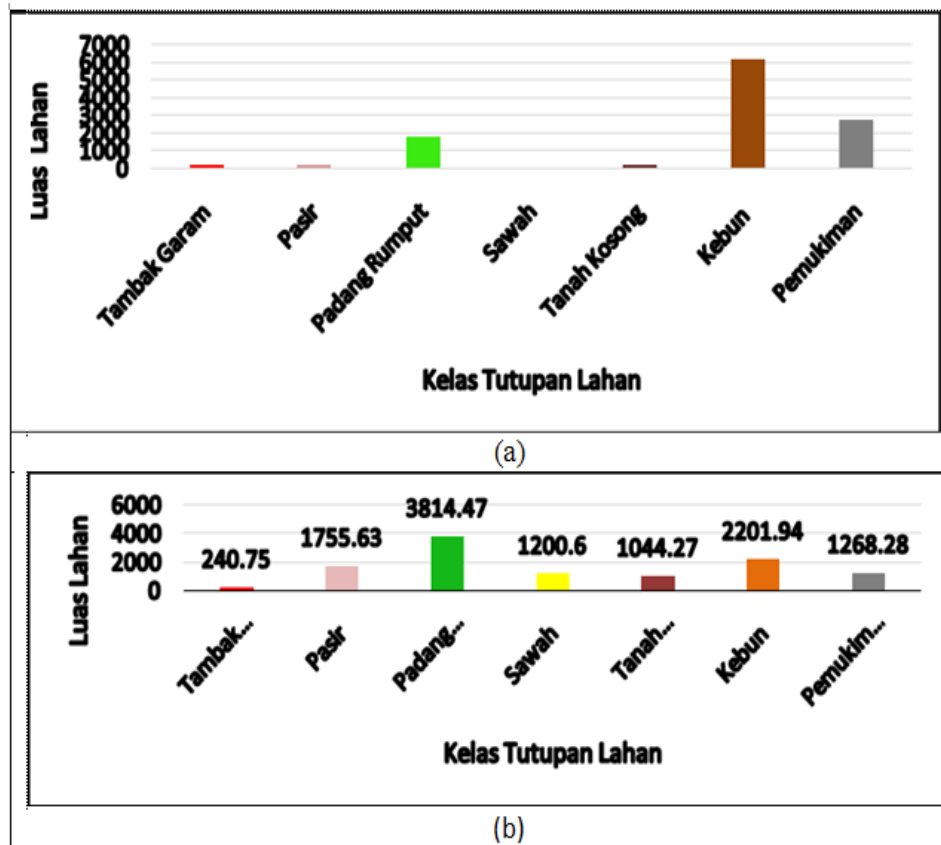


Gambar 6. Peta tutupan lahan sebelum Badai Siklon Seroja band 567 pada Citra Landsat 8 tanggal 21 Juli 2020



Gambar 7. Peta tutupan lahan sesudah Badai Siklon Seroja band 567 pada Citra Landsat 8 tanggal 24 Juli 2021

Berdasarkan kedua peta tutupan lahan diatas menunjukkan hasil yang berbeda. Hal yang mempengaruhi perbedaan kedua peta tersebut adalah kenampakan objek pada masing-masing band. Pengklasifikasiannya berdasarkan warna, sehingga semua area kenampakan objek dengan warna yang mendekati warna training area akan diklasifikasikan menjadi satu kelas. sehingga setiap hasil klasifikasi untuk setiap band komposit akan berbeda-beda tergantung kemampuan band komposit tersebut dalam menampilkan objek. Perbedaan peta tutupan lahan sebelum seroja dan peta tutupan lahan sesudah seroja untuk hasil klasifikasi tutupan lahan true color (567) ditunjukkan oleh histogram dibawah pada gambar 8 berikut ini.



Gambar 8. Grafik Luasan dari (a) Peta sebelum Badai Siklon Seroja 567, (b) Peta sesudah Badai Siklon Seroja band 567

Tabel 1. Luas Tutupan Lahan sebelum Badai Siklon Seroja dan sesudah Badai Siklon Seroja band 432

Sebelum Badai Seroja (2020)			Sesudah Badai Seroja (2021)		
Jenis tutupan lahan	Luas Lahan (ha)	Persentase	Jenis Tutupan Lahan	LuasLahan (Ha)	Persentase
Tambak Garam	240,75	2,09%	Tambak Garam	240,75	2,09%
Pasir	240,75	2,09%	Pasir	1755,63	15,23%
Padang Rumput	1816,65	15,76%	Padang rumput	3814,47	33,09%
Sawah	74,25	0,64%	Sawah	1200,6	10,42%
Tanah Kosong	204,93	1,78%	Tanah Kosong	1044,27	9,06%
Kebun	6219,9	53,94%	Kebun	2201,94	19,10%
Pemukiman	2733,03	23,70%	Pemukiman	1268,28	11,00%
Total	11530,26	100,00%		11525,94	100,00%

Berdasarkan pada data tabel diatas, pada luas tutupan lahan sebelum dan sesudah badai siklon seroja di Kecamatan Sabu Timur dan Sabu Liae yang tidak mengalami perubahan tutupan lahan dimana luas tutupan lahannya tetap setelah bencana alam, yaitu:

Tambak Garam

Pada luas tambak garam setelah terjadinya bencana alam mengalami peningkatan dan semua tambak garam mengalami kerusakan dan sudah tidak bisa dipakai atau sudah tidak ditemukan lagi tambak

garam, hal ini dikarenakan setelah terjadinya badai siklon seroja yang di sebabkan oleh banjir yang terjadi karena curah hujan terus menerus dan angin kencang merusakkan semua plastic geomebran sebagai bahan penampungan air laut atau wadah pembuatan garam sehingga mengakibatkan lahan tambak garam rusak dan lahan tambak garam tertutup dengan pasir.

Dan pada luas tutupan lahan sebelum dan sesudah badai siklon seroja di Kecamatan Sabu Timur dan Sabu Liae yang mengalami perubahan tutupan lahan dimana luas tutupan lahannya bertambah setelah bencana alam yaitu:

Pasir

Luas pasir mengalami peningkatan, dimana pada luasan setelah badai siklon seroja bertambah luas. Hal ini disebabkan oleh cuaca ekstrem angin kencang yang terjadi pada saat badai siklon seroja sehingga lahan tambak garam tertutup dengan pasir sehingga luas lahan pasir bertambah.

Tanah Kosong

Lahan tanah kosong mengalami peningkatan setelah terjadinya bencana alam. Hal ini karena pada saat bencana badai siklon seroja terjadinya cuaca yang ekstrem, banjir bandang, erosi, angin kencang, mengakibatkan banyaknya pohon-pohon yang tumbang, rumah, gedung perkantoran mengalami kerusakan dan lahan sawah, kebun terendam air dan tertutup tanah sehingga setelah terjadinya bencana alam banyak lahan yang kosong, dan tanah kosong mengalami peningkatan luas pada tanah kosong.

Padang Rumput

Luas padang rumput mengalami peningkatan, karena disebabkan oleh faktor dari bencana badai siklon seroja, yang awalnya adalah lahan pemukiman dan kebun mengalami kerusakan setelah badai siklon seroja menyebabkan lahan menjadi rusak dan tidak diolah lagi menyebabkan padang rumput meningkat.

Sawah

Luas lahan sawah juga mengalami peningkatan, hal ini disebabkan oleh cuaca ekstrim hujan yang terus menerus, banjir bandang saat bencana badai siklon seroja mengakibatkan pematang sawah terendam air dan tanah pada pematang sawah mengalami pengikisan menyebabkan sawah mengalami peningkatan luas lahan.

Sedangkan, luas tutupan lahan sebelum dan sesudah badai siklon seroja di Kecamatan Sabu Timur dan Sabu Liae mengalami perubahan tutupan lahan dimana luas tutupan lahan yang berkurang setelah bencana alam yaitu:

Kebun

Setelah terjadinya bencana alam luas lahan kebun mengalami penurunan, hal ini di sebabkan oleh badai siklon seroja dimana terjadinya cuaca ekstrim dan bencana banjir bandang sehingga mengakibatkan banyaknya pepohonan yang tumbang dan setelah badai siklon seroja lahan tersebut sebagiannya diolah masyarakat menjadi lahan perkebunan dan sebagiannya menjadi lahan kosong.

Pemukiman

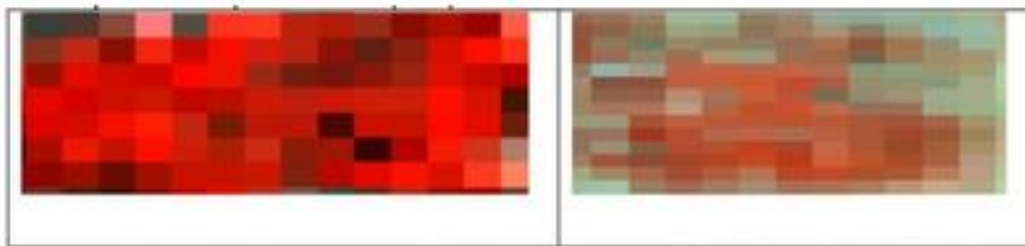
Pada luas pemukiman mengalami penurunan setelah terjadinya bencana alam. Hal ini disebabkan oleh dampak dari badai siklon seroja dimana terjadinya angin kencang, banjir dan tanah longsor sehingga mengalami kerusakan pada rumah, gedung perkantoran, dan bangunan lainnya.

Untuk klasifikasi tutupan lahan disesuaikan dengan hasil sampel area yang diambil di lapangan. Kenampakan objek tutupan lahan yang ada di lapangan dengan yang ada di pixel Landsat 8 dapat dilihat pada beberapa gambar berikut ini. Klasifikasi tutupan lahan untuk tambak pada citra Landsat True color 567, pada tutupan lahan sebelum seroja berwarna hitam kecoklatan memiliki luas wilayah 240,75 ha dan tutupan lahan sesudah seroja berwarna abu-abu, ungu tua hingga biru tua dengan luas wilayah 1755,63 ha. Kenampakan tambak dapat dilihat pada Gambar 9.



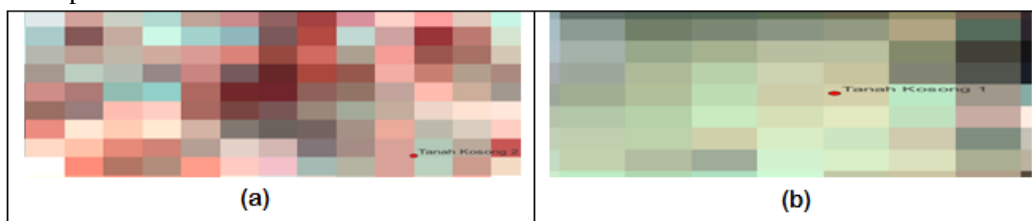
Gambar 9. Kenampakan objek tambak garam dari (a) hasil dari lapangan sebelum bencana, (b) hasil dari lapangan sesudah bencana, (c) hasil dari citra landsat sebelum bencana, (d) hasil data landsat sesudah bencana

Klasifikasi tutupan lahan untuk kebun pada citra Landsat komposit True color 567 pada tutupan lahan sebelum seroja berwarna merah dengan luas wilayah 6219,9 ha dan tutupan lahan sesudah seroja berwarna orange (jingga) dengan luas wilayah 2201,94 ha. Wilayah kebun terdapat di seluruh wilayah Kecamatan Sabu Timur dan Sabu Liae. Kenampakan objek hutan pada kedua peta komposit terdapat pada Gambar 10 berikut.



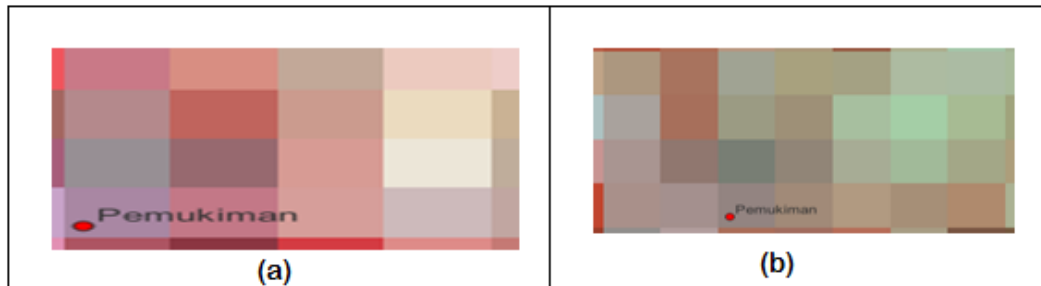
Gambar 10. Kenampakan objek kebun dari : (a) sebelum badai siklon seroja, (b) sesudah badai siklon seroja

Klasifikasi tutupan lahan untuk tanah kosong pada citra Landsat True color pada tutupan lahan sebelum seroja berwarna coklat tua, dengan memiliki luas wilayah 204,93 ha dan untuk tutupan lahan sesudah seroja berwarna merah muda hingga coklat muda dengan luas wilayah 1044,27 ha. Kenampakan tanah kosong untuk tutupan lahan sebelum seroja dan tutupan lahan sesudah seroja ditunjukkan pada Gambar 11.



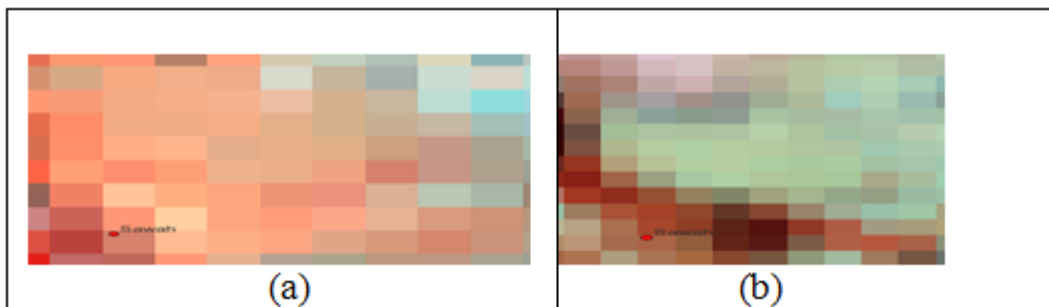
Gambar 11. Kenampakan objek tanah kosong dari (a) sebelum badai siklon seroja, (b) sesudah badai siklon seroja

Klasifikasi tutupan lahan untuk pemukiman pada citra Landsat True color pada tutupan lahan sebelum badai siklon seroja berwarna biru tua hingga keabu-abuan dengan memiliki luas wilayah 2733,03 ha dan untuk tutupan lahan sesudah badai siklon seroja berwarna abu-abu tua dengan luas wilayah 1268,28 ha. Kenampakan pemukiman untuk tutupan lahan sebelum seroja dan tutupan lahan sesudah seroja ditunjukkan pada Gambar 12.



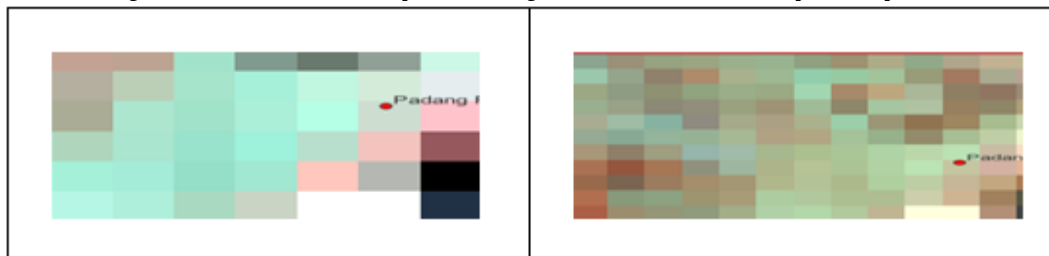
Gambar 12. Kenampakan objek pemukiman dari (a) sebelum badai siklon seroja, (b) sesudah badai siklon seroja

Klasifikasi tutupan lahan untuk sawah pada citra Landsat komposit True color berwarna orange (jingga) pada tutupan lahan sebelum seroja dengan luas wilayah 74,25 ha dan tutupan lahan sesudah seroja berwarna orange hinga kehijau-hijauan dengan luas wilayah 1200,6 ha. Kenampakan sawah untuk tutupan lahan sebelum seroja dan tutupan lahan sesudah seroja dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Kenampakan objek sawah dari (a) sebelum badai siklon seroja, (b) sesudah badai siklon seroja

Klasifikasi tutupan lahan untuk padang rumput pada citra Landsat True color berwarna biru muda pada tutupan lahan sebelum seroja memiliki luas wilayah 1816,65 ha dan untuk tutupan lahan sesudah seroja berwarna hijau tua hingga kcoklatan dengan luas wilayah 3814,47 ha. Kenampakan semak untuk tutupan lahan sebelum seroja dan tutupan lahan sesudah seroja ditunjukan di Gambar 14.



Gambar 14. Kenampakan objek Padang rumput dari sebelum badai siklon seroja, (b) sesudah badai siklon seroja

SIMPULAN DAN SARAN

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini diketahui bahwa badai siklon Seroja menyebabkan tambak garam mengalami kerusakan karena tertimbun dengan pasir, tetapi luas lahan tambak garam tidak mengalami perubahan. Dimana luas lahan tambak garam sebelum badai siklon seroja seluas 240,75 ha dan sesudah badai siklon seroja juga tetap seluas 240,75 ha. Kenampakan warna pixel pada objek tambak garam memiliki perbedaan dimana pada sebelum badai siklon seroja warna yang dihasilkan adalah berwarna hitam kecoklatan sedangkan sesudah badai siklon seroja warna yang dihasilkan adalah berwarna abu-abu, ungu tua, hingga biru tua.

SARAN

Untuk penelitian selanjutnya diharapkan untuk mengambil lebih banyak training samples dengan lokasi penelitian untuk satu Kabupaten Sabu Raijua sehingga luas tutupan lahan tambak garam lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

1. BPS Kabupaten Sabu Raijua. 2022. Kabupaten Sabu Raijua dalam Angka 2022.
2. Shobahi, A. 2020. Analisis sebaran luasan tambak garam dan perubahan guna lahan di Kabupaten Sampang dan Sumenep (Doctoral dissertation, UIN Sunan Ampel Surabaya).
3. Anonim. 2008. ISO Farmakoterapi. Jakarta: PT. ISFI.
4. Marshall, R.D. 1977. Topan Tracy. Biro Standar Nasional, Publikasi Khusus , (477), 21-53.
5. Dunnavan, G.M., dan Diercks, J.W. 1980. Analisis Topan Super Tip (Oktober 1979). *Tinjauan Cuaca Bulanan* , 108 (11), 1915-1923
6. Tysara, L. 2021. Available: https://hot.liputan6.com/read/4523685_/siklon-tropis-seroja-adalah-cuacaekstrem-dari-siklon-tropis-inidampak-buruknya[Online]. [diakses 20 September 2023].
7. Sutanto.1994. *Penginderaan Jauh Jilid 1*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press:
8. Purbani, D. 2011. Proses Pembentukan Kristalisasi Garam. *Trisakti Geology*, Vol. 84, Hal 1-17
9. Emosda, Lela, dan Fadzlul. 2014. “Mengkonstruk Pemahaman Masyarakat Peduli Bencana Alam-Banjir.” *Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat* 29(3):21–29.
10. Dahuri, R., Rais, J., Ginting, S. P., dan Sitepu, M. J., 1996. Pengelolaan sumberdaya pesisir dan lautan secara terpadu. Jakarta: PT. Pramadya Paramita
11. Syam, Mukri., dkk. 2018. Pemanfaatan Citra Satelit Landsat 8 Untuk Inventarisasi Lahan Tambak Garam Kabupaten Jeneponto. *Jurnal Sains dan Pendidikan Fisika*, Jilid 14 No.2 Hal: 89-96.

KOMPARASI EKSPERIMEN GETARAN SISTEM MASSA PEGAS TERGANDENG DENGAN KOMPUTASI GST & APLIKASI PHYPOX

Ferly Deviani Hawoe, Ali Warsito, Abdul Wahid , Jonshon Tarigan

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

Jl. Adisucipto-Penfui, Kota Kupang, Kode Pos 85001, Indonesia

E-mail: ferlyhawoe@gmail.com

Abstrak

Telah dilakukan eksperimen getaran sistem massa pegas terdang dengan variasi massa, konstanta elastisitas pegas, dan simpangan awal untuk memperoleh periode dan simpangan dari kedua benda yang terdang. Perbandingan yang dilakukan antara data eksperimen, data komputasi getaran selaras terdang dan aplikasi phyphox. Setiap percobaan dilakukan dengan menggunakan besaran massa benda (0,05 kg; 0,1 kg; 0,15 kg), konstanta elastisitas pegas (21,58; 21,43) dan simpangan awal benda (0,15 m; 0,2 m; 0,25 m; 0,3m), berdasarkan hasil eksperimen beberapa grafik keluaran yang dihasilkan untuk menganalisis perilaku sistem getaran terdang yakni fenomena harmonis dan chaos yang terjadi terhadap waktu. Dari hasil kajian diketahui bahwa kondisi harmonis terjadi pada pengamatan video eksperimen dan menggunakan aplikasi GST sedangkan perilaku sistem chaos terjadi pada data yang diperoleh dari Phyphox. Perilaku harmonis (dengan suatu kondisi osilasi yang tetap secara teratur dan membentuk pola yang sama) dan chaos (gerakan yang sangat berbeda dan bersifat acak) terjadi pada selang waktu selama rata-rata 3 s awal sejak benda diosilasikan. Data dari komputasi GST lebih baik karena lebih mendekati data eksperimen untuk perpindahan benda kedua, namun untuk perpindahan benda yang pertama tidak memiliki perbedaan yang signifikan sedangkan data dari Phyphox untuk perpindahan benda pertama dan kedua memiliki pola yang acak dan sulit untuk diamati tiap gelombangnya.

Kata kunci: Getaran terdang, periode, harmonis, chaos, dan eksperimen

Abstract

An experiment on the vibration of a coupled mass-spring system has been conducted with variations in mass, spring elasticity constant, and initial displacement to obtain the period and displacement of both coupled objects. A comparison was made between experimental data, computational data of coupled harmonic vibrations, and the Phyphox application. Each experiment was conducted using mass values (0.05 kg; 0.1 kg; 0.15 kg), spring elasticity constants (21.58; 21.43), and initial displacements of the objects (0.15 m; 0.2 m; 0.25 m; 0.3 m). Based on the experimental results, several output graphs were generated to analyze the behavior of the coupled vibration system, namely the harmonic and chaotic phenomena occurring over time. The study results show that harmonic conditions occur in the video experiment observations and when using the GST application, while chaotic behavior is observed in the data obtained from Phyphox. Harmonic behavior (with a condition of consistent and regular oscillations forming the same pattern) and chaotic behavior (very different and random movements) occur within an average time interval of 3 seconds from the initial oscillation of the object. The data from GST computation is more accurate as it closely matches the experimental data for the displacement of the second object, while for the first object's displacement, there is no significant difference. In contrast, the data from Phyphox for the displacement of the first and second objects show a random pattern, making it difficult to observe each wave.

Keywords: Coupled vibration, period, harmonic, chaotic, and experiment

PENDAHULUAN

Pada kehidupan manusia sering ditemui adanya benda yang bergetar misalnya getaran daun atau cabang pohon yang tertiuip angin, juga saat menggunakan mesin dan beberapa alat musik petik seperti gitar, osilasi dawai menggetarkan udara di sekitar dawai dan merambat di udara sampai ke telinga.

Gerak osilasi adalah gerak menuju ke titik kesetimbangan. Tetapi saat mencapai posisi setimbang sistem masih memiliki kelebihan energi sehingga melampaui posisi setimbang namun sistem akan kembali berbalik arah menuju titik setimbang. Ketika osilasi berakhir benda akan kembali ke posisi setimbang [1].

Getaran dapat diklasifikasikan menurut ada tidaknya eksitasi yang bekerja secara kontinyu, menurut derajat kebebasannya atau menurut sistem massanya. Menurut derajat kebebasannya getaran dapat dibedakan sebagai getaran derajat satu, dua, atau n derajat sesuai dengan banyaknya koordinat bebas (independence) yang diperlukan untuk mendefinisikan persamaan gerak sistem tersebut [2]. Sistem getaran dua derajat kebebasan (massa terganteng) adalah sistem getaran yang memiliki dua frekuensi natural dan memerlukan dua koordinat untuk menyatakan persamaan geraknya [2].

Beberapa penelitian tentang gerak diantaranya adalah penelitian tentang aplikasi getaran selaras terganteng untuk memperoleh visualisasi fenomena harmoni dan *chaos* berbasis komputasi numerik runge kutta menggunakan aplikasi Delphi XE5 dengan variasi massa dan konstanta pegas yang digunakan [3]. Penelitian berikutnya yaitu metode numerik Euler dan Runge Kutta memanfaatkan Pascal TPW dengan visualiasi dari data output running program Excel 2003 yang telah memverifikasi pada fenomena getaran 2 massa terganteng terjadi keadaan harmonis atau selaras [4].

Kajian fenomena fisika bisa didekati dari aspek teori, eksperimen, komputasi, simulasi dan model, maka penelitian ini dilakukan dengan menggunakan pendekatan eksperimen untuk mengkaji fenomena getaran sistem massa pegas terganteng dan pemanfaatan Phypox dan GST dalam akuisisi data, dalam hal ini data yang diperoleh ialah perpindahan baik benda pertama maupun benda kedua.

LANDASAN TEORI

Getaran

Getaran merupakan gerakan berosilasi dari sistem mekanis serta kondisi-kondisi dinamisnya. Getaran dapat berupa benturan yang berulang secara kontinyu atau dengan kata lain dapat pula berupa gerakan tidak beraturan atau acak. Umumnya getaran terjadi karena adanya gaya yang bervariasi dengan waktu. Terdapat beberapa parameter pada fenomena getaran, misalnya *frekuensi* yang dijelaskan sebagai jumlah getaran dalam kurun waktu 1 detik. Rumus frekuensi tentu saja merupakan n getaran per-1 detik dengan satuan Hertz (Hz). Frekuensi juga dapat dinyatakan dengan satuan radian per detik (rad/s) dengan symbol omega (ω) [5]. Hubungan frekuensi dan omega dinyatakan

$$\omega = 2\pi f \dots \dots \dots (1)$$

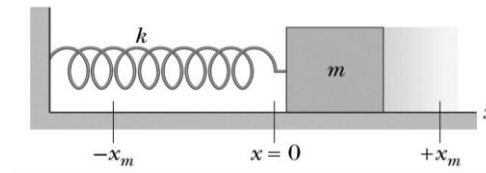
Parameter lainnya adalah periode. Periode dinyatakan sebagai waktu yang diperlukan untuk melakukan satu kali getaran sehingga rumusan periode adalah:

$$T = \frac{1}{f} \dots \dots \dots (2)$$

Harmonik merupakan suatu getaran dengan periode yang tetap selamanya. Harmonik berarti keselarasan, seperti perputaran siang dan malam secara teratur dalam periode 24 jam.

Getaran Harmonik Sederhana

Gerak periodik ialah gerak yang berulang atau berosilasi melalui titik seimbang dalam interval waktu yang tetap. Pergeseran partikel yang bergerak secara periodik selalu dapat dinyatakan dalam fungsi sinus dan cosinus. Jika gerak yang periodik ini bergerak bolak-balik melalui lintasan yang sama maka gerakan tersebut disebut getaran atau osilasi. Getaran suatu sistem yang memiliki gaya pemulih sebanding dengan besarnya simpangan, maka keadaan ini disebut sebagai gerak harmonik sederhana [6]. Salah satu contoh yang menunjukkan gejala gerak harmonik sederhana adalah sebuah benda yang tertambat ke sebuah pegas seperti pada Gambar 1.



Gambar 1 Gerak harmonik sederhana pada pegas[6]

Terdapat beberapa osilasi gerak tidak tetap sama karena gaya gesek melepaskan tenaga geseknya. Gerak semacam ini disebut sebagai gerak harmonik teredam yang didefinisikan sebagai gerak benda yang dipengaruhi oleh gaya penghambat atau redaman yang menyebabkan amplitudo osilasi berkurang secara perlahan terhadap waktu sampai akhirnya berhenti [7].

Hukum Newton II

Gaya total pada sebuah benda adalah penyebab benda tersebut mengalami percepatan [7]. Melalui eksperimen ditunjukkan atau diperlihatkan bahwa jika terdapat kombinasi gaya-gaya $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \dots$ merupakan gaya-gaya yang bekerja pada sebuah benda, maka benda tersebut akan memiliki percepatan. Hukum kedua Newton tentang gerak, yaitu : “Jika suatu gaya luar total bekerja pada sebuah benda maka benda akan mengalami percepatan. Arah percepatan tersebut sama dengan arah gaya total. Vektor gaya total sama dengan massa benda dikalikan dengan percepatan benda dalam bentuk persamaan, $\sum \vec{F} = m\vec{a}$ (Hukum kedua Newton)”.

Hukum Hook

Jika pegas ditekan kemudian diregangkan, panjang pegas akan kembali seperti semula, jika perpindahannya tidak begitu besar. Terdapat nilai batas untuk perpindahan itu, di atas nilai itu pegas tidak akan kembali ke panjang semula tetapi akan permanen dalam keadaan yang telah berubah, namun jika hanya diperbolehkan perpindahan di bawah nilai batas ini, peregangkan atau penekanan Δx dapat dikalibrasi melalui gaya yang diperlukan untuk menghasilkan peregangkan atau penekanan itu. Hubungan ini dikenal sebagai Hukum Hooke karena pertama kali diamati oleh Roberth Hooke (1635-1703) pada tahun 1678 yang dapat ditulis

$$F = k(x - x_0) = -k\Delta x \dots\dots\dots(3)$$

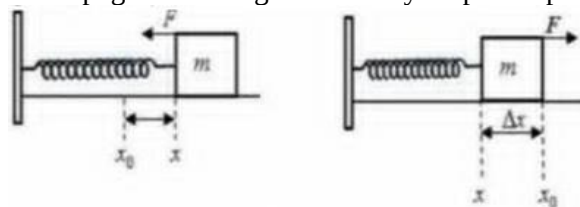
Dimana :

F =Gaya yang dikerjakan pada pegas (N)

k = Konstanta pegas (N/m)

x = Pertambahan panjang pegas (m)

Konstanta pegas k disebut konstanta gaya pegas.Jarak x adalah koordinat ujung pegas atau benda yang diikatkan pada ujung pegas tersebut. Konstanta x_0 merupakan nilai koordinat jika pegas tidak diregangkan dari posisi kesetimbangannya. Gaya semacam itu dinamakan gaya pemulih karena gaya ini cenderung memulihkan pegas ke konfigurasi awalnya seperti diperlihatkan pada gambar 2 [8].



$$F_x = -k\Delta x \text{ negative}$$

$$F_x = -k\Delta x \text{ positif}$$

Gambar 2. Gaya pemulih pada pegas [8]

Dengan dasar dua hukum tersebut maka korelasi untuk mendapatkan persamaan matematisnya yaitu:

$$F = ma \dots\dots\dots(4)$$

didapatkan $a.m = -kx, a = \frac{d^2x}{dt^2}$, pernyataan (4) dapat dinyatakan sebagai :

$$m \frac{d^2x}{dt^2} = -kx \dots\dots\dots(5)$$

Persamaan (5) dapat ditulis menjadi persamaan berikut :

$$\begin{aligned} m \frac{d^2x}{dt^2} + kx &= 0 \\ m \frac{d^2x}{dt^2} + \omega^2 x &= 0 \dots\dots\dots(6) \end{aligned}$$

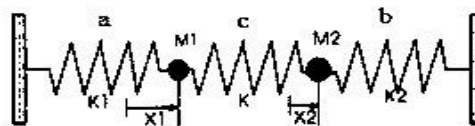
dengan $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$

Persamaan (6) merupakan persamaan gerak harmonik dalam bentuk persamaan diferensial.

Getaran Selaras Tergandeng

Getaran dapat diklasifikasikan menurut ada tidaknya eksitasi yang bekerja secara kontinyu, menurut derajat kebebasannya atau menurut sistem massanya. Menurut derajat kebebasannya getaran dibedakan sebagai getaran derajat satu, dua, atau n derajat sesuai dengan banyaknya koordinat bebas (independence) yang diperlukan untuk mendefinisikan persamaan gerak sistem tersebut [9].

Dalam sistem, gerak massa M1 dan M2 tidak saling bebas. Efek pasangan dua getaran dapat dijelaskan berdasarkan pertukaran energi antara kedua osilator. Gambar 2.3 merupakan sistem getaran pegas terganteng dengan massa M1 dan M2



Gambar 3. Getaran Tergandeng[4]

dimisalkan x_1 dan x_2 digambarkan sebagai simpangan untuk massa m_1 dan massa m_2 dari posisi keseimbangannya. Nilai simpangan bertanda positif jika berarah ke kanan dan bertanda negatif jika berarah ke kiri. Sehingga pegas a memberikan gaya pada massa m_1 sebesar k_1x_1 pegas b memberikan gaya $-k_2x_2$ pada massa m_2 . Pegas k mengalami perubahan panjang sebesar $(x_2 - x_1)$ sehingga gaya yang bekerja pada setiap massa untuk mengembalikan kedudukan awal adalah:

$$F_1 = k(x_2 - x_1) \text{ dan } F_2 = -k(x_2 - x_1) \dots\dots\dots(7)$$

Untuk getaran terganteng masing-masing massa tidak bebas tetapi saling bergantung satu dengan lain.

Chaos

Chaos menunjukkan ketidakberaturan, kekacauan, keacakan atau kebetulan, yaitu: gerakan acak tanpa tujuan atau prinsip tertentu [10]. Alam semesta yang bersifat dinamis ini kelihatannya bekerja melalui sistem linier, tetapi banyak juga yang tidak bekerja secara linier dan tidak dipahami melalui sistem linier, sekilas menampilkan keadaan acak dan tidak teratur. Sistem seperti inilah yang dinamakan dengan teori *chaos*, yaitu suatu teori yang berkaitan dengan proses alam yang nampaknya kacau, acak dan tidak linier (sistem yang tidak dapat diprediksi berdasarkan kondisi awal). Chaotik dapat ditemukan pada berbagai sistem umum, mulai dari sistem sederhana seperti gerak pendulum sampai sistem kompleks seperti: irama detak jantung, aktivitas listrik pada otak, dan lain sebagainya.

Phypox

Phyphox (*physical phone experiments*) berarti "eksperimen telepon fisik". Aplikasi ini mengubah setiap smartphone menjadi lab fisika. Smartphone dilengkapi dengan berbagai sensor, mis.

untuk percepatan, medan magnet dan tekanan, yang dapat digunakan untuk eksperimen fisik. Phypox dikembangkan oleh Departemen Fisika di RWTH Aachen University. Aplikasi ini gratis, cocok untuk Android dan iOS dan tersedia dalam berbagai bahasa.

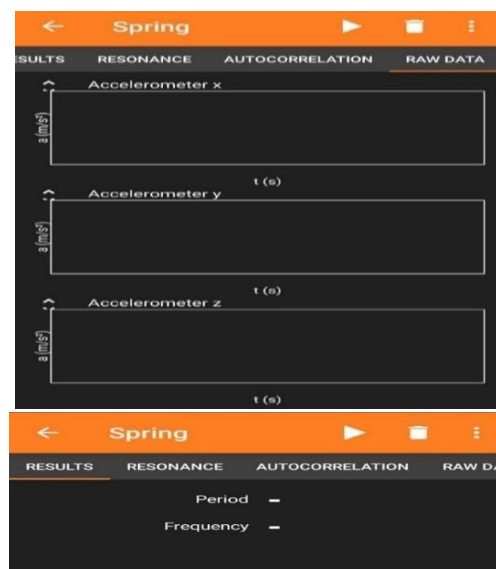
Tampilan awal dari Phypox ditunjukkan pada gambar 4, terlihat ada berbagai menu yang sangat berguna dalam pengamatan baik itu terkait dengan percepatan, giroskop, cahaya, GPS, magnetometer, amplitudo dan spektrum suara, efek dopler, dll, khususnya pada eksperimen ini untuk mengamati periode dan frekuensi yang dihasilkan maupun grafik perpindahan terhadap waktu yang akan dianalisis. Menu yang secara khusus akan digunakan dalam eksperimen ini untuk memperoleh data frekuensi, periode dan percepatan benda ialah menu *Spring* (Pegas) yang ditampilkan pada gambar 5 berikut ini. Menu Spring ini dipilih sesuai dengan kegunaannya.

METODE

Keseluruhan proses penelitian ini dapat dilihat pada gambar 6, dimulai dari ide penelitian, kemudian dilanjutkan dengan pendalaman ide dari berbagai studi pustaka dan referensi mengenai penelitian terdahulu. Setelah studi pustaka dikaji, set eksperimen dirancang lengkap dengan benda, pegas dan *standplace* juga didalam tentang spesifikasi dari aplikasi Phypox. Setelah itu proses eskperimen akan berlangsung dan diperoleh data berupa grafik perubahan yang terjadi dari Phypox dan grafik perubahan yang akan memudahkan peneliti untuk memperoleh nilai secara akurat.

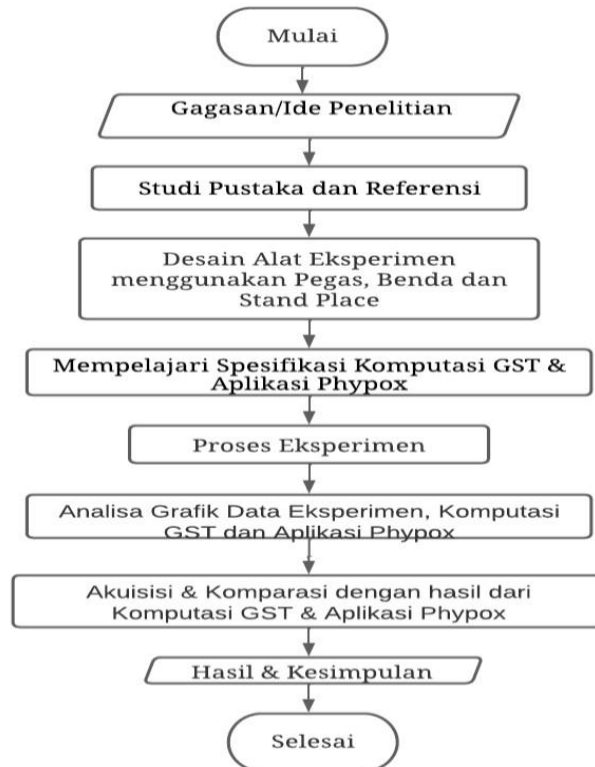


Gambar 4. Tampilan awal Phypox



Gambar 5. Tampilan menu Pegas (*Spring*)

Data ini akan dikaji lebih luas dengan data dari Aplikasi Getaras Selaras Tergandeng. Sebagai hasil kajiannya akan diperoleh hasil dan kesimpulan yang merupakan hasil akhir dari penelitian ini.



Gambar 6 Diagram alir penelitian

Set alat eksperimen yang digunakan dapat dilihat pada gambar 7. Dari set alat eksperimen ini.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perpindahan posisi benda menuju posisi lainnya terhadap waktu dinyatakan oleh x_1 dan x_2 dalam fenomena getaran pegas terdangeng dengan dua titik massa berbeda, dan gesekan benda 1 dan 2 dianggap 0 karena permukaan lintasan dibuat licin yaitu menggunakan kaca, walaupun tentunya ada gesekan yang terjadi karena wadah beroda yang dipakai. Sesuai dengan persamaan (7) gaya yang berkerja pada sebuah massa baik massa 1 dan 2, koefisien pegas yang berpengaruh hanyalah 2 pegas, misalnya untuk massa pertama, koefisien pegas 1 (C_1) dan koefisien pegas 2 (C), gaya yang bekerja pada massa 1 dipengaruhi oleh C_1 dan C namun secara eksperimen gaya yang bekerja pada massa dipengaruhi oleh 3 pegas yang terdangeng pada 2 massa tersebut yaitu C_1 diperoleh data eksperimen yaitu perpindahan benda terhadap waktu, baik data eksperimen berdasarkan pengamatan video, aplikasi Phypox atau data GST untuk masing-masing variasi massa (0,05 kg; 0,1 kg; 0,15 kg), konstanta elastisitas pegas (21,58 ; 21,43), dan simpangan awal (0,15 m ; 0,2 m; 0,25 m; 0,3 m).

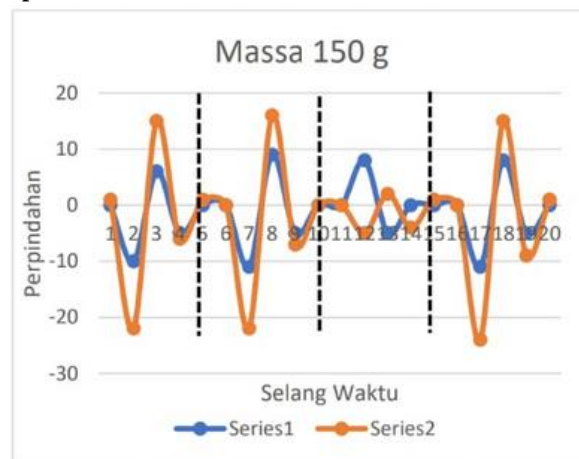


Gambar 7 Set alat eksperimen

Selanjutnya dalam tahapan komparasi akan dilakukan kajian antara data yang diperoleh dari data eksperimen, komputasi Getaran Selaras Tergandeng (GST), dan Aplikasi Phypox yaitu perpindahan dari benda pertama dan kedua dan periode C dan C2. Dari keadaan ini dapat diketahui hasil yang diperoleh dari pendekatan eksperimen dan simulasi terdapat perbedaan. Tiga cara yang digunakan untuk menganalisis fenomena getaran pegas terdangeng untuk memperoleh perpindahan benda pertama (X_1) dan benda kedua (X_2), serta periode (T) yaitu melalui video yang direkam kemudian diperlambat saat eksperimen berlangsung, melalui data yang diperoleh dari komputasi Getaran Selaras Tergandeng dan data yang diperoleh dari aplikasi Phypox.

Analisa Perpindahan Benda terhadap Waktu berdasarkan Data Eksperimen

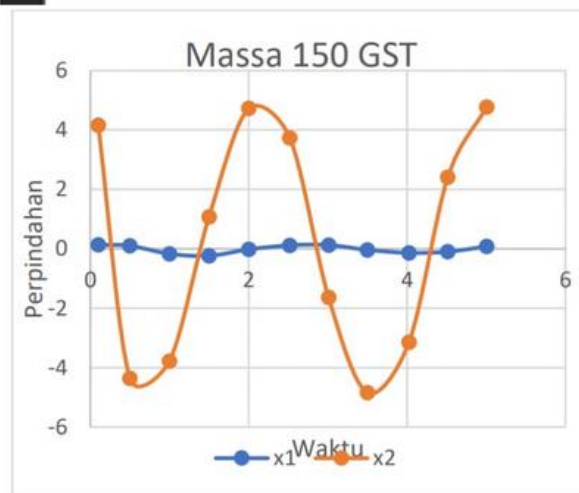
Variasi yang pertama ialah variasi massa, perpindahan benda kedua (x_2 , garis merah) lebih besar dibanding perpindahan benda yang pertama (x_1 , garis biru), hal ini terjadi dikarenakan oleh arah gaya dorong yang diberikan yaitu dari benda kedua menuju sumbu x negatif (benda pertama). Perpindahan dari benda pertama dan kedua sejalan pada variasi massa 0,05 kg dan 0,1 kg dengan besar perpindahan yang berbeda-beda, perbedaan terbesar terjadi pada selang waktu kedua, dan pada selang waktu kelima yaitu yang terakhir kedua grafik berhenti pada titik yang sama. Ketidakteraturan (keadaan chaos) terjadi pada variasi massa yang ketiga yaitu 0,15 kg, pada titik ke 12, 13, dan 14 karena x_1 dan x_2 bergerak ke arah yang berbeda satu sama lain namun kembali sejalan pada titik ke 15 sampai berhenti.



Gambar 8. Grafik Perpindahan Massa 150 g bdk. Eksperimen

Analisa Perpindahan Benda terhadap Waktu berdasarkan Komputasi GST

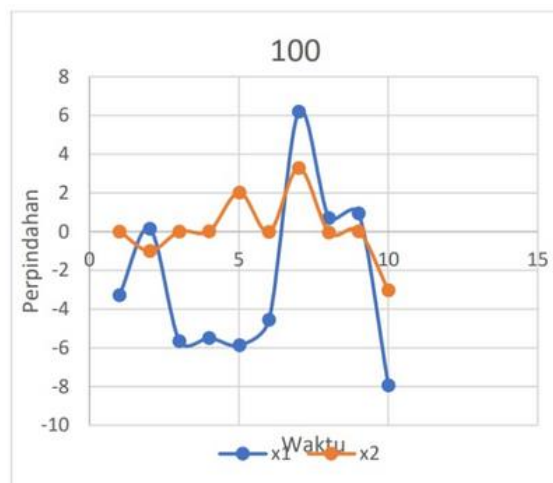
Dalam variasi massa, digunakan 3 massa benda yang berbeda yaitu 0,05 kg, 0,1 kg, dan 0,15 kg dari grafik (Gambar) yang diperoleh, perpindahan benda kedua (x_2 , garis merah) lebih besar dibanding perpindahan benda yang pertama (x_1 , garis biru). Benda pernah cenderung tidak bergerak, hal ini berbanding terbalik dari benda yang kedua yang menunjukkan perubahan perpindahan dari 11 selang waktu yang diamati. Perpindahan benda pertama sangat kecil dan diwakili oleh garis warna biru, hal ini dimungkinkan karena arah gaya yang terjadi diberikan dari benda kedua.



Gambar 9. Grafik Perpindahan Massa 150 g bdk. Komputasi GST

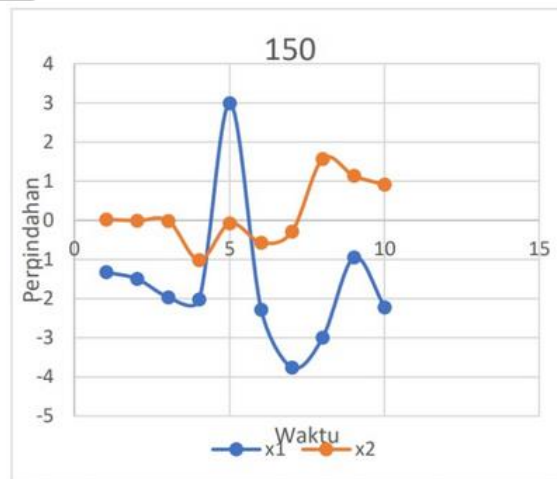
Analisa Perpindahan Benda terhadap Waktu melalui Aplikasi Phypox

Phypox digunakan untuk merekam perpindahan benda 1 dan 2 melalui handphone yang dipasang ditiap massa. Data keluaran dari aplikasi ini berupa waktu, perpindahan benda dalam sumbu x, y, dan z, namun yang ditinjau dalam eksperimen ini hanyalah sumbu x, sehingga untuk perpindahan benda 1 (x1) digunakan data sumbu x pada handphone pertama dan untuk perpindahan benda 2 (x2) digunakan data sumbu x pada handphone kedua. Data berupa grafik yang mewakili variasi masa dapat dilihat pada gambar. Variasi massa 100 g menunjukkan pola ketidakteraturan yang terbentuk untuk titik 3, 4, 5 dan 6.



Gambar 10. Grafik Perpindahan benda massa 100 g melalui aplikasi Phypox

Sedangkan pola harmonis terbentuk pada variasi massa 150 g, dari 10 titik yang ditinjau terlihat menunjukkan arah yang sama dapat dilihat pada gambar



Gambar 11. Grafik Perpindahan benda massa 150 g melalui aplikasi Phypox

SIMPULAN & SARAN

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa perpindahan benda ditinjau dari video eksperimen yang diperlambat 0,01 kali sehingga skala yang dipasang pada *standplace* menjadi acuan untuk melihat besarnya perpindahan dari titik 0 (keadaan benda diam). Dengan masukan yang sama, perpindahan benda juga ditinjau dari komputasi GST dan Aplikasi Phypox. Simpangan maksimum benda ialah 0,3 m pada simpangan awal 0,3 m, massa benda 100 g, dan konstanta pegas yang digunakan ialah 21,58. Pola perpindahan benda menunjukkan kondisi harmonis dan *chaos* untuk beberapa variasi misalnya 0,15 kg bdk eksperimen dan setiap data yang diperoleh dari komputasi GST. Pola harmoni & *chaos* terlihat untuk setiap variasi lainnya pada data Aplikasi phypox yang pada selang waktu tertentu. Data dari komputasi GST lebih baik karena lebih mendekati data eksperimen untuk perpindahan benda kedua, namun untuk perpindahan benda yang pertama tidak memiliki perbedaan yang signifikan sedangkan data dari Phypox untuk perpindahan benda pertama dan kedua memiliki pola yang acak dan sulit untuk diamati tiap gelombangnya. sehingga kedua pendekatan ini memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing.

SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, beberapa saran dalam kasus ini yaitu posisi handphone dapat dibuat lebih kokoh untuk memperoleh data dari aplikasi Phypox yang presisi & harus dipastikan kalibrasi sensor pada handphone yang digunakan. Juga set eksperimen dapat dibuat lebih cermat dengan meminimalisir gesekan antara benda dan *standplace*, sehingga benda menjadi lebih stabil dan dipastikan agar gerakan benda hanya untuk 1 dimensi arah x, karena perpindahan yang ditinjau adalah searah sumbu x.

DAFTAR PUSTAKA

1. Abdullah, M., 2016. FISIKA DASAR I. Bandung: Institut Teknologi Bandung
2. Dewanto, J. 1999. Klasifikasi Getaran. Jurnal Teknik Mesin. Vol. 1, No. 2, hal. 156-162
3. Trifina, L. L. R. & Warsito, A. & Laponi, L. A. S. & Louk, A.Ch. 2023. Visualisasi Fenomena Harmonis Dan Chaos Pada Getaran Tergandeng Berbasis Komputasi Numerik Runge Kutta. Jurnal Fisika : Fisika Sains dan Aplikasinya. ISSN: e-2657-1900, p- 2503-5274. Vol. 8, No. 1, April 2023. Hal. 11-20.
4. Sulaiman, Halfiana. 2008. Kajian Fenomena Fisis Getaran Selaras Tergandeng dengan Metode Euler dan Runge-Kutta. Skripsi Jurusan Fisika- FST : Universitas Nusa Cendana
5. Tongga, BK. 2011. Dasar-dasar Getaran Mekanis. Yogyakarta : Penerbit Andi
6. Halliday, Jearl. W, dkk. 1998. Fundamental of Physics 9th Edition. USA : John Wiley & Sons, Inc

7. Giancoli, Douglas C. 1997. Fisika Jilid I Edisi Keempat. Terjemahan Cuk Imawan, dkk. Jakarta : Erlangga.
8. Tipler, P.A. 1991. Fisika Untuk Sains dan Teknik. Jakarta : Erlangga
9. Dewanto, J. 1999. Klasifikasi Getaran. Jurnal Teknik Mesin. Vol. 1, No. 2, hal. 156-162
10. Woods, A., T. Grant. 2006. Reason in Revolt: Revolusi Berpikir Dalam Ilmu Pengetahuan Modern. Yogyakarta : IRE Press.

PEMETAAN WILAYAH POTENSI KEKERINGAN BERDASARKAN PENGINDERAAN JAUH DAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS DI KECAMATAN BIBOKI ANLEU KABUPATEN TIMOR TENGAH UTARA

Rita Merlina Biaf, Frederika Rambu Ngana, Bernandus, Albert Zicko Johannes

Program Studi Fisika, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana Jl.

Adisucipto- Penfui-Kupang-NTT Telp (0380) 881557

Email: merlynbiaf@gmail.com

Abstrak

Kecamatan Biboki Anleu merupakan salah satu daerah yang memiliki potensi kekeringan yang tinggi di Kabupaten Timor Tengah Utara. Kekeringan tersebut menjadikan lahan masyarakat kering dan ketersediaan air berkurang. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk memetakan sebaran daerah yang berpotensi mengalami kekeringan di kecamatan Biboki Anleu dengan menggunakan penginderaan jauh dan Sistem Informasi Geografis. Pemetaan daerah rawan kekeringan menggunakan data citra Landsat 8, curah hujan dan peta geohidrologi. Ketiga data tersebut di gunakan untuk mendapatkan lima parameter kekeringan yaitu parameter Indeks Vegetasi, Indeks Kebasahan, curah hujan, penggunaan lahan, dan geohidrologi. Parameter tersebut di analisis menggunakan software QGIS dengan melakukan overlay dari nilai skoring setiap parameter. Hasil peneltian ini menunjukkan, bahwa kecamatan Biboki Anleu memiliki potensi kekeringan, terdiri dari kelas kekeringan rendah, kekeringan sedang dan kelas kekeringan tinggi. Kecamatan Biboki Anleu didominasi oleh daerah kekeringan sedang yang hampir meliputi semua daerah di Kecamatan Biboki Anleu. Dimana keadaan ini jika tidak dilakukan langkah awal mitigasi yang serius maka dapat berpotensi menjadi kekeringan tinggi seperti yang terjadi di desa Ponu.

Kata Kunci: Penginderaan jauh, Sistem Informasi Geografis (SIG)

Abstract

Biboki Anleu District is one of the areas that has a high potential for drought in North Central Timor District. The drought has made the community's land dry and the availability of water reduced. Therefore, this study aims to map the distribution of areas that have the potential to experience drought in Biboki Anleu sub-district using remote sensing and Geographic Information Systems. Mapping drought-prone areas using Landsat 8 image data, rainfall and geohydrological maps. These three data are used to obtain five parameters of drought, namely the parameter of Vegetation Index, Wetness Index, rainfall, land use, and geohydrology. These parameters were analyzed using QGIS software by overlaying the scoring values for each parameter. The results of this study indicate that the Biboki Anleu sub-district has the potential for drought, consisting of low drought, medium drought and high drought classes. Biboki Anleu District is dominated by moderate drought areas which cover almost all areas in Biboki Anleu District. In this situation, if no serious initial mitigation steps are taken, it can potentially become a high drought, as happened in Ponu village.

Keywords: Remote sensing, Geographic Information System (GIS)

Kekeringan adalah suatu kejadian yang dapat mengancam dan mengganggu berlangsungnya hidup manusia [1]. Menurut Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kabupaten Timor Tengah Utara, bencana alam yang sering terjadi di daerah tersebut adalah bencana kekeringan. Kecamatan Biboki Anleu di Kabupaten Timor Tengah Utara, Nusa Tenggara Timur, merupakan salah satu wilayah yang sangat rentan akan kekeringan pada musim kemarau yang berkepanjangan . Pada tahun 2020 kecamatan Biboki Anleu menempati peringkat ke-8 untuk daerah mengalami kekeringan sedangkan pada tahun 2021, Kecamatan Biboki Anleu menempati peringkat ke-5 [2].

Penelitian ini menggunakan data Citra Landsat 8 perekaman bulan Agustus 2015 menggunakan NDVI dan metode Tasseled Cap, dimana NDVI untuk mendapatkan nilai indeks kehijauan dan Tasseled Cap untuk mendapatkan nilai dari indeks kebasahan dan kecerahan. Selanjutnya digunakan metode overlay dan skoring untuk mendapatkan potensi kekeringan. Hasil dari penelitian ini adalah untuk memperoleh distribusi wilayah yang berpotensi kekeringan dan wilayah yang terdampak kekeringan berdasarkan penggunaan tanah [4]. Kemudian ada juga Febriyanti & Kurniawati (2020) di Kabupaten Ngawi. Penelitian ini menggunakan data penginderaan jauh berupa Citra Landsat 8 OLI/TIRS yang dapat mengidentifikasi *Land Surface Temperature*. Data lain yang termasuk dalam parameter kekeringan yakni curah hujan, kemiringan lereng, dan penggunaan lahan [5].

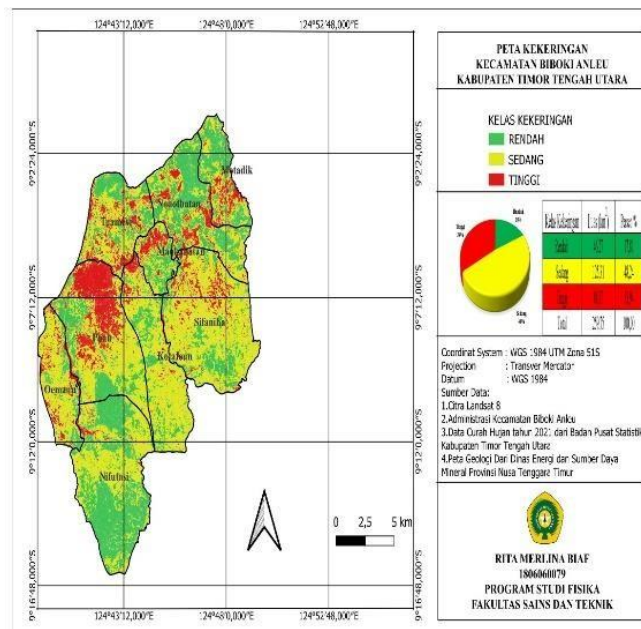
53

METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian pemetaan potensi kekeringan di wilayah Kecamatan Biboki Anleu, Kabupaten Timor Tengah Utara. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *overlay dan scoring*. Penelitian ini menggunakan software pengolah citra yaitu QGIS di mulai dengan pengumpulan data yang diambil dari data survey lapangan dengan data citra landsat yang didownload pada website: <https://earthexplorer.usgs.gov/> dan administrasi Kecamatan Biboki Anleu yang didownload pada website: <https://tanahair.indonesia.co.id>.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Peta potensi kekeringan merupakan peta yang berasal dari pengolahan data/parameter yang berpengaruh terhadap kekeringan. Parameter yang digunakan dalam pengolahan peta potensi kekeringan yaitu indeks kebasahan (NDWI), indeks kerapatan vegetasi (NDVI), curah hujan, geohidrologi yang mengacu pada peta geologi dan tutupan lahan. Hasil pemetaan potensi kekeringan di Kecamatan Biboki Anleu diklasifikasikan menjadi 3 kelas yaitu potensi kekeringan rendah, potensi kekeringan sedang dan potensi kekeringan tinggi.



Gambar 2. Peta Potensi Kekeringan Kecamatan Biboki Anleu

Tabel 1. Luas Klasifikasi Kelas dan Presentase Pemetaan Potensi Kekeringan

Kelas Kekeringan	Luas (km ²)	Persen %
Rendah	46,27	17,81
Sedang	125,31	48,24
Tinggi	88,17	33,94
Total	259,75	100,00

Adapun luasan wilayah dari masing- masing kelas kekeringan yang dibagi ke dalam 3 kelas utama yakni kelas kekeringan rendah dengan luas wilayah 46,27 km² (17,81%), kelas kekeringan sedang dengan luas wilayah 125,31 km² (48,24%), dan kelas kekeringan Tinggi dengan luas wilayah 88,17 km² (33,94%) dari total luas keseluruhan wilayah yakni 206,40 km².

KESIMPULAN

Peta potensi kekeringan dapat dianalisis menggunakan beberapa variabel utama seperti indeks vegetasi, indeks kebasahan, curah hujan, tutupan lahan, dan geohidrologi dengan menggunakan metode skoring dan overlay. Hasil yang didapat adalah potensi kekeringan terbesar berada pada kelas kekeringan sedang yang hampir meliputi semua daerah di Kecamatan Biboki Anleu, yakni dengan luas area 125,31 km² (48,24%) dari luas total wilayah Kecamatan Biboki Anleu yakni 206,40 km². Lokasi-lokasi yang tergolong dalam wilayah potensi kekeringan yang berada di kecamatan Boboki Anleu meliputi Ponu, Maukabatan, Nonotbatan, Tuamese, Motadik, Sifaniha dan Oemanu. Luas daerah kekeringan kecamatan Biboki Anleu dibagi menjadi 3 kelas tingkat kekeringan yakni kelas kekeringan rendah dengan luas wilayah 46,27 km² (17,81%), kelas kekeringan sedang dengan luas wilayah 125,31 km² (48,24%), dan kelas kekeringan tinggi dengan luas wilayah 88,17 km² (33,94%).

DAFTAR PUSTAKA

1. Aprilliyanti, T. (2017). "Pemetaan Potensi Kekeringan Lahan se-pulau Batam menggunakan Teknik Sistem Infor- masi Geografis (SIG) dan Penginderaan Jauh." 31(1)
2. BNPB. (2015). *No Title*.
3. Puguh Rahardjo. (2010). "*Untuk Identifikasi Potensi Kekeringan*." 14(2), 97–105.
4. Afif, H. A., Harist, M. C., & Nurhandayani, D. (2018). "Pemetaan Wilayah Potensi Kekeringan Menggunakan Sistem Informasi Geografi Dan Penginderaan Jauh Studi Kasus Kabupaten Brebes." 1115–1122.
5. Febriyanti, F., & Kurniawati, A. (2020). "Pemanfaatan Data Penginderaan Jauh Untuk Pemetaan Potensi Daerah Rawan Kekeringan Sosial Ekonomi Di Kabupaten Ngawi." 1–8

**PEMURNIAN MAGNETIT (Fe_3O_4) BERBAHAN DASAR
PASIR PANTAI DESA LAMAKERA MENGGUNAKAN
PEMBERSIH LANTAI MEREK PORSTEX
DENGAN METODE KOPRESIPITASI**

**Syaidatus Syairah Muhammad, Albert Zicko Johannes, Christine Mbiliyora,
Zakarias Seba Ngara, Redi Kristian Pingak, Ari Bangkit Sanjaya,
Hanna Azmi Fathin, Rizki Sidik**

Program studi Fisika, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana
Jln. Adisucipto, Penfui, Kota Kupang, 8511, Indonesia
Email: syaidatussyairah@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui fasa dan ukuran kristal yang terdapat dalam pasir pantai Desa Lamakera dan mensintesis Magnetit (Fe_3O_4) dari pasir tersebut menggunakan metode kopresipitasi. Dalam sintesisnya metode ini menggunakan pasangan asam basa. Larutan asam (HCl dan Porstex) berfungsi sebagai pelarut dan larutan NaOH digunakan sebagai pengendap. Hasil uji Fluoresensi Sinar-x oleh Khairunisah, dkk (2023) menunjukkan bahwa unsur yang terkandung dalam pasir Desa lamakera meliputi Besi, Titanium, Silicon, Kalsium, Fosfor, Kalium, Vanadium, Kromium, Mangan, Tembaga, Seng, Bromin, Rubidium, Europium, Rhenium, Timbal, dan Bismut. Hasil karakterisasi Difraksi Sinar-x menunjukkan bahwa senyawa yang dominan adalah fasa magnetit. Kemudian rata-rata ukuran kristal Magnetit pada sampel S2 yang dihitung menggunakan persamaan Scherrer (D) yaitu 34,21 nm dan menggunakan persamaan Warren (L) yaitu 36,02 nm, sedangkan untuk sampel S3 menggunakan persamaan Scherrer (D) yaitu 53,55 nm dan menggunakan persamaan Warren (L) yaitu 59,06 nm.

Kata Kunci: Fasa Magnetit, Metode Kopresipitasi, Pasir pantai Desa Lamakera, Porstex, Fluoresensi Sinar-x, dan Difraksi Sinar-x

Abstract

This study aims to determine the phase and size of crystals contained in the beach sand of Lamakera Village and synthesize Magnetite (Fe_3O_4) from the sand using the coprecipitation method. In the synthesis, this method uses acid-base pairs. The acid solution (HCl and Porstex) serves as a solvent and NaOH solution is used as a precipitant. The results of the X-Ray Fluorescence (XRF) test by Khairunisah, et al (2023) showed that the elements contained in Lamakera Village sand include Iron, Titanium, Silicon, Calcium, Phosphorus, Potassium, Vanadium, Chromium, Manganese, Copper, Zinc, Bromine, Rubidium, Europium, Rhenium, Lead, and Bismuth. X-Ray Diffraction (XRD) characterization results show that the dominant compound is the magnetite phase. Then the average crystal size of Magnetite in sample S2 calculated using the Scherrer (D) equation is 34.21 nm and using the Warren (L) equation is 36.02 nm, while for sample S3 using the Scherrer (D) equation is 53.55 nm and using the Warren (L) equation is 59.06 nm.

Keywords: Magnetite Phase, Coprecipitation Method, Lamakera Village beach sand, Porstex, X-Ray Fluorescence (XRF), and X-Ray Diffraction (XRD)

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang kaya akan potensi sumber daya alam dan mineral, beberapa sumber daya alam dan mineral utama yang dimiliki Indonesia antara lain minyak dan gas alam, batu bara, timah, tembaga dan emas, nikel, pasir besi, marmer dan granit, belerang, dll. Kekayaan sumber daya alam dan sumber daya mineral ini memberikan kontribusi yang signifikan terhadap perekonomian Indonesia [1].

Nusa Tenggara Timur (NTT) adalah sebuah provinsi di Indonesia yang terletak di kawasan timur Indonesia. Meskipun NTT tidak sepopuler provinsi lain seperti Sumatera atau Kalimantan dalam hal sumber daya alam dan mineral, namun wilayah tersebut masih memiliki sejumlah potensi sumber daya alam dan mineral, antara lain kawasan pertanian, pariwisata, sumber daya perikanan, dan potensi mineral. Selain kaya akan sumber daya alam, Indonesia terdiri dari beberapa pulau, salah satunya adalah Pulau Solor di Provinsi NTT. Pulau Solor mungkin tidak memiliki sumber daya alam dan mineral sebanyak atau sebesar pulau-pulau lain di Indonesia akan tetapi terdapat beberapa potensi sumber daya alam yang dapat ditemukan di pulau ini salah satunya pasir besi. Daerah aluvial yang belum sepenuhnya dieksplorasi adalah Desa Lamakera, yang berada di Kecamatan Solor Timur, Kabupaten Flores Timur, Provinsi Nusa Tenggara Timur [2].

Pantai Lamakera ini memiliki pasir pantai yang berwarna hitam pekat dan tekstur pasirnya sangat halus. Terdapat kandungan Fe pada pasirnya yang cukup tinggi yang memiliki potensi untuk bisa dikembangkan. Dilihat dari warnanya yang hitam dan berkilau saat dikenai matahari, pasir pantai desa Lamakera memiliki kandungan mineral magnetik, terutama magnetit (Fe_3O_4), yang memiliki potensi dalam berbagai aplikasi seperti industri elektronik, katalis, dan bidang biomedis. Namun, sebelum magnetit dapat digunakan dalam aplikasi tersebut, perlu dilakukan pemurnian untuk menghilangkan kontaminan dan memperoleh partikel magnetik yang lebih murni [2]. Penelitian kali ini menggunakan metode kopresipitasi yang dapat digunakan untuk menghasilkan material berbentuk padatan (solid) dari presipitatnya yang berupa cairan (*aqueous*). Metode kopresipitasi sangat sesuai untuk diterapkan pada proses sintesis material logam seperti besi (Fe), seng (Zn), dan titanium (Ti). Metode kopresipitasi mempunyai beberapa keunggulan, diantaranya dapat menghasilkan produk dengan tingkat kemurnian yang tinggi, proses pengendapan yang sangat sederhana, waktu sintesis lebih cepat dengan biaya yang murah [3].

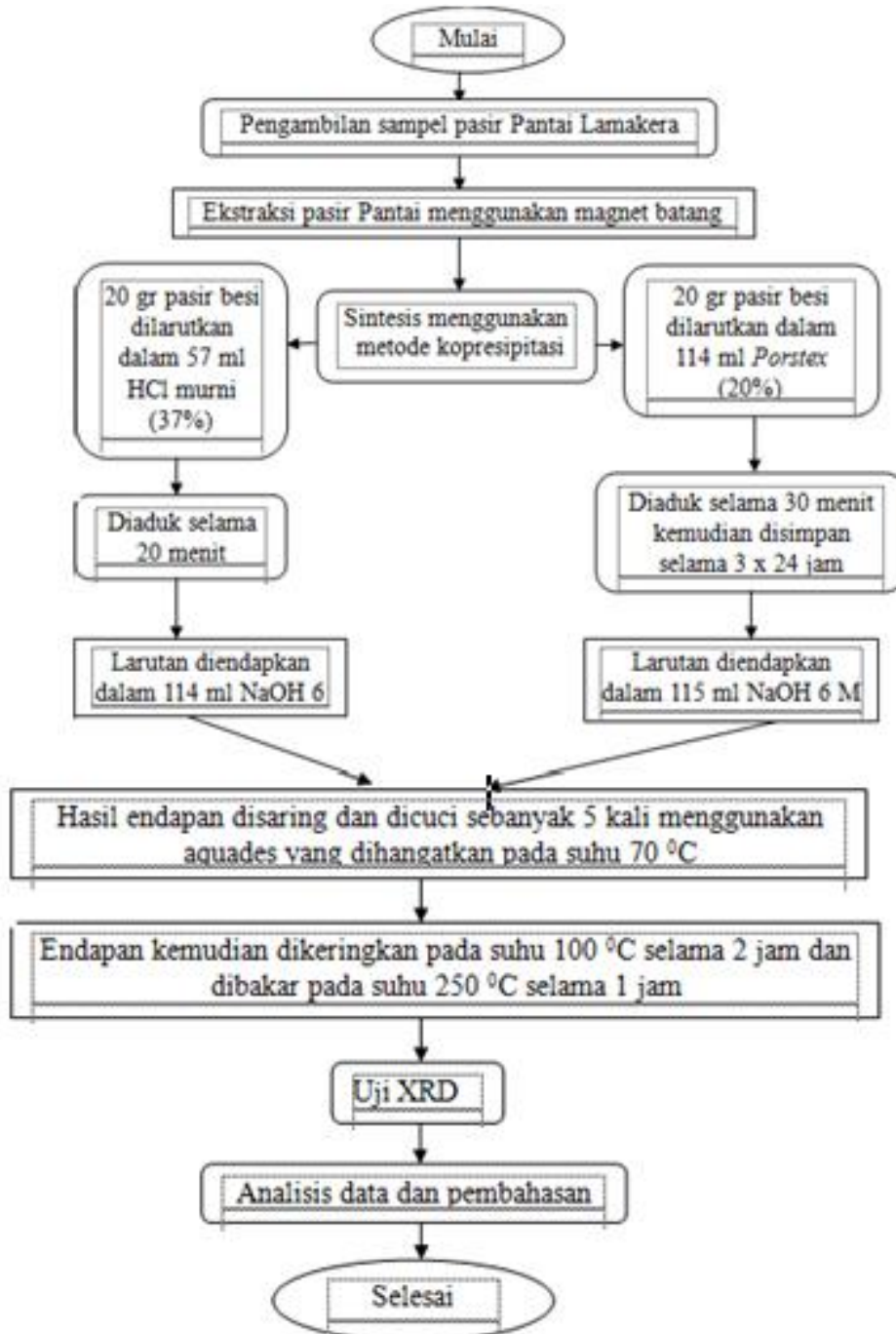
Penelitian sebelumnya telah dilakukan namun hasil yang diperoleh masih kurang optimal. Penelitian oleh Marung (2021), menunjukkan bahwa sebelum kopresipitasi lebih banyak mengandung senyawa logam dan non logam, namun setelah dilakukan kopresipitasi atau pemurnian masih terdapat kandungan yang besar jumlah senyawa logam dan non logam. Adanya sejumlah besar unsur logam lain dan klorin (Cl) pada sampel setelah pengendapan bersama mengakibatkan penurunan kandungan besi. Juga telah dilakukan penelitian oleh Charles (2022), menunjukan bahwa unsur tambahan yaitu klorin (Cl) masih sangat tinggi dan ukuran rata-rata kristal sebesar 183,484 nm. Juga dilakukan penelitian oleh Khairunisah Kaharudin dkk (2023), menunjukkan adanya garam NaCl dan KCl yang cukup tinggi, dikarenakan tahap pencucian pada proses sintesis magnetit hanya dilakukan sekali dan menggunakan air dingin yang proses pelarutan garamnya lebih lambat dari pada menggunakan air hangat sehingga sampel masih tercemar oleh garam pengotor [2].

Pembersih lantai porstex mengandung senyawa kimia HCl konsentrasi 20% yang dapat membantu membentuk endapan bersama dengan magnetit. Ketika pembersih lantai porstex ditambahkan ke dalam larutan magnetit, reaksi kimia terjadi dan endapan terbentuk. Endapan ini dapat dipisahkan sehingga magnetit yang lebih murni dapat diperoleh [4]

Kandungan mineral pasir besi bervariasi tergantung sumber lokalnya dan secara umum dapat dibagi menjadi tiga kategori, yaitu pasir galian, pasir laut, dan pasir sungai. Namun secara umum pasir besi tersusun dari unsur Ti, Fe, Si, dan Ni. Mineral-mineral ini memiliki sifat listrik dan magnet

yang baik sehingga dapat digunakan dalam bidang biomedis seperti adsorpsi logam berat dan sensor magnet dan GMR [1].

METODE PENELITIAN

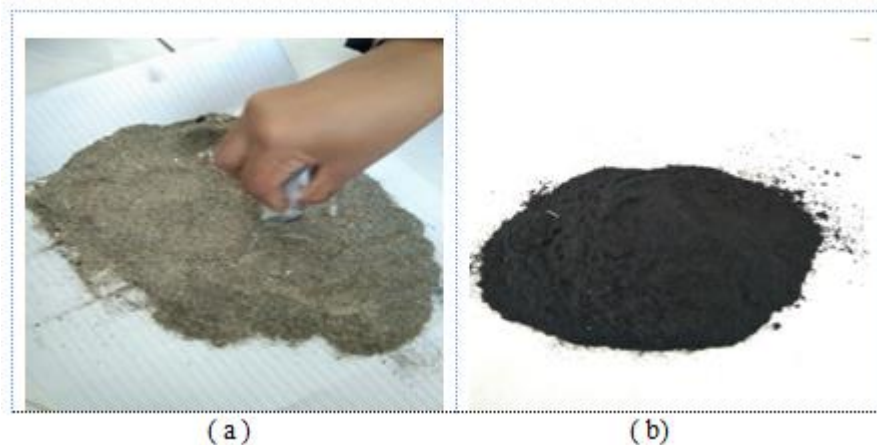


Gambar 1. Diagram alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pemurnian Partikel Fe_3O_4

Bahan utama dalam penelitian ini adalah pasir pantai Desa Lamakera Kabupaten Flores Timur yang telah melalui serangkaian tahapan sehingga menghasilkan nanopartikel melalui metode kopresipitasi. Sebelum dikopresipitasi sampel pasir ini dibersihkan terlebih dahulu menggunakan aquades untuk menghilangkan kotoran yang masih menempel pada sampel. Sampel yang telah dicuci berulang-ulang kemudian dikeringkan di bawah sinar matahari selama 1-2 hari sampai kering. Kemudian diekstraksi menggunakan magnet batang untuk menghilangkan unsur-unsur nonmagnetik yang tersisa pada sampel dan memperoleh pasir besi, lalu ditimbang pasir besi pantai Desa Lamakera menggunakan neraca digital masing-masing sebanyak 20 gram. Gambar 2 menunjukkan tampilan sampel sebelum dan sesudah dibersihkan.



Gambar 2. (a) sampel sebelum dibersihkan, (b) sampel yang telah bersih

Dari Gambar 2 terlihat jelas adanya perbedaan warna dari pasir sebelum dan sesudah dibersihkan. Pada Gambar 2a terlihat masih banyak kotoran-kotoran organik yang masih menempel pada sampel pasir, sedangkan setelah dibersihkan sampel pasir berwarna kehitaman. Hal ini memberikan indikasi awal bahwa pada pasir pantai Desa Lamakera terdapat kandungan Fe (Besi). Metode kopresipitasi adalah metode sintesis senyawa anorganik yang prinsipnya adalah mengumpulkan banyak zat. Metode ini juga dapat mengontrol ukuran partikel dengan mengoptimalkan parameter sintesis yaitu suhu, pelarut, nilai pH (Asri, 2019). Dilihat dari hasil sintesis yakni seperti lumpur sebelum dipanaskan dan setelah dipanaskan akan seperti tanah yang memiliki tekstur sangat halus. Hal ini dapat terlihat jelas dari hasil penelitian yang telah dilakukan seperti yang terlihat pada gambar 3.

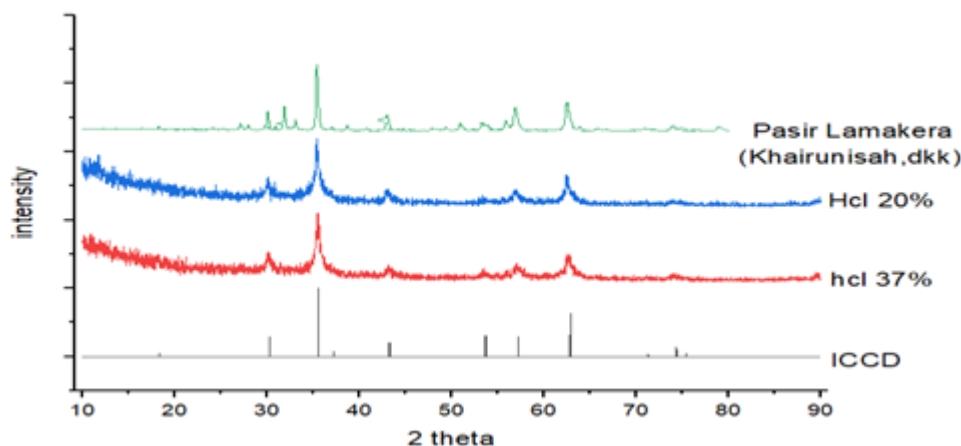


Gambar 3. (a) Hasil sintesis sebelum di-furnace, (b) hasil sintesis setelah di-Furnace.

Gambar 3 menunjukkan perbedaan antara pasir pantai yang sebelum dan sesudah di-furnace pada suhu 100°C selama 2 jam, dan dibakar lagi pada suhu 250°C selama 1 jam. Perubahan warna dan teksturnya terlihat jelas, untuk ukuran pasir besi berwarna hitam yang menunjukkan banyak kandungan besi oksida. Sifat kemagnetan dari pasir besi juga meningkat, hal ini dapat dilihat dari makin kuatnya sampel ditarik dengan magnet permanen.

2. Hasil karakterisasi X-RayDiffraction (XRD) Pada Sampel S1,S2 dan S3

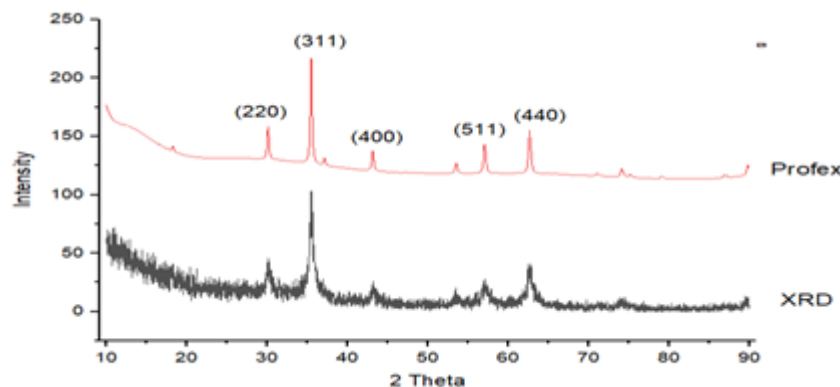
Gambar 4 menunjukkan spektrum hasil karakteristik XRD awal untuk sampel S1 setelah peparasi magnetik (Khairunisah, dkk, 2023) terletak paling atas, sampel S2 (yang berwarna merah) HCl 37 %, sampel S3 (yang berwarna biru) HCl 20% dan yang berwarna hitam terletak paling bawah yaitu *database ICDD* 04-005-4319. Untuk memeriksa fase kristal dan ukuran kristal dari puncak-puncak tersebut dilakukan analisis menggunakan *Software Profex* dan *Orogin Pro*.



Gambar 4. Spektrum hasil karakteristik XRD awal untuk sampel S1 (cyan) setelah peparasi magnetik, sampel S2 (merah), sampel S3 (biru) dan *database ICDD* 04-005-4319

3. Hasil karakterisasi X-RayDiffraction (XRD)Menggunakan Software *Profex* dan *Origin Pro* pada Sampel S2

Analisis kuantitatif dilakukan bertujuan untuk mengetahui fase kristal penyusunan material yang diuji berdasarkan pencocokan data dari *database*. *Softwareprofex* dapat mencocokkan hasil uji XRD dengan *database* yang telah dimiliki *software* terebut. Gambar 5 adalah hasil analisis data XRD pada sampel S2, bagian bawah yaitu data XRD dan bagian atas yaitu data *Rietveld Refinement* yang mana telah dilakukan penghalusan menggunakan *software profex*.



Gambar 5. Hasil analisis data XRD pada sampel S2

Dari hasil analisis kuantitatif data pada sampel S2 dengan menggunakan *software profex* diketahui fase kristal yang dominan adalah semuanya magnetit seperti pada *database ICDD* 04-005-4319. Hal ini dapat membuktikan bahwa pada tahap pencucian yang dilakukan sebanyak 5 kali menggunakan *aquades* yang dihangatkan berhasil mengurangi kandungan garam pengotor pada pasirnya. Intensitas tertinggi yang didapatkan terletak pada sudut $35,49^\circ$ dengan orientasi kristal (311). Dari data disimpulkan bahwa kandungan magnetit cukup berlimpah di Pantai Lamakera ini, selain itu dilakukan juga pengukuran kristalit dari sampel S2. Partikel magnetit memiliki ukuran *crystalite* rata-rata yang dihitung menggunakan persamaan 2 sebesar 34,21 nm dan yang dihitung menggunakan persamaan 3 sebesar 36,02 nm. Berikut tabel hasil perhitungan ukuran kristal sampel S2.

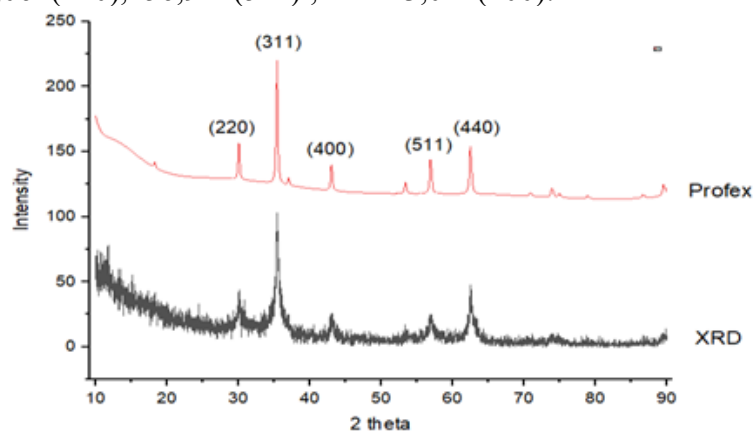
Tabel 1. Hasil Perhitungan Ukuran Kristal sampel S2.

No	Θ	FWHM	D (nm)	L (nm)	Microstrain(ϵ)	Fase Kristal
1	15,08	0,47	35,01	36,02	0,55	Magnetite
2	17,74	0,39	42,77	44,95	0,54	
3	21,58	0,47	36,35	37,59	0,81	
4	28,55	0,63	29,17	29,73	1,47	
5	31,36	0,67	27,77	28,22	1,78	
Rata-rata			34,21	36,02	1,03	

Berdasarkan hasil perhitungan dapat diketahui ukuran kristal dari partikel yang terdapat pada Sampel S2 yaitu Partikel Magnetit memiliki rata-rata ukuran Kristal yang dihitung menggunakan rumus *Scherrer* (D) yaitu sebesar 34,21 nm dan menggunakan rumus *Warren* (L) sebesar 36,02 nm, juga didapatkan rata-rata *Microstrain* (ϵ) sebesar 1,03.

4. Hasil karakterisasi X-Ray Diffraction (XRD) Menggunakan Software Profex dan Origin Pro pada sampel S3

Gambar 6 menunjukkan hasil analisis XRD pada sampel S3, bagian bawah yaitu data XRD dan bagian atas yaitu data *Rietveld Refinement* yang mana telah dilakukan penghalusan menggunakan *software profex*. Hasil karakteristik menunjukkan puncak intensitas yang tinggi juga pada (311) tetapi berada di sudut $35,41^\circ$ dan diikuti oleh puncak lainnya pada sudut $62,49^\circ$ (440), $30,06^\circ$ (220), $56,91^\circ$ (511), dan $43,04^\circ$ (400).



Gambar 6. Hasil analisis data XRD pada sampe S3

Hasil analisis kuantitatif dari data XRD dengan menggunakan *software* Profex, dapat dilihat bahwa unsur yang paling banyak atau paling dominan yang terdapat pada sampel S3 pasir pantai Desa Lamakera adalah magnetit yang berdasarkan *database* ICDD 04-005-4319. Hal ini juga dapat membuktikan bahwa pada tahap pencucian yang dilakukan sebanyak 5 kali menggunakan aquades yang dihangatkan berhasil mengurangi kandungan garam pengotor pada pasirnya. Dari data hasil analisis dengan menggunakan *software* Profex pada sampel S3 pasir pantai Desa Lamakera diperoleh kandungan unsur Magnetit yang lebih dominan. Hal ini dapat disimpulkan bahwa kandungan Fe_3O_4 yang terdapat di Desa Lamakera sangat banyak.

Berdasarkan hasil analisis dapat diketahui ukuran kristal dan partikel magnetit memiliki ukuran *crystallite* rata-rata yang dihitung menggunakan persamaan 2 sebesar 53,55 nm dan yang dihitung menggunakan persamaan 3 sebesar 59,06 nm. Berikut ini adalah tabel hasil perhitungan ukuran kristal sampel S3.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Ukuran kristal Sampel S3.

No	Θ	FWHM	D (nm)	L (nm)	Microstrain(ϵ)	Fase Kristal
1	15,04	0,23	71,53	83,93	0,27	Magnetite
2	17,70	0,23	72,51	85,06	0,32	
3	21,54	0,47	36,34	37,61	0,81	
4	28,49	0,47	38,46	39,80	1,11	
5	31,28	0,38	48,92	51,60	1,01	
Rata-rata			53,55	59,06	0,71	

Berdasarkan hasil perhitungan dapat diketahui ukuran kristal dari partikel yang terdapat pada Sampel S3 yaitu Partikel Magnetit memiliki rata-rata ukuran *crystallite* yang dihitung menggunakan rumus *Scherrer* (D) yaitu sebesar 53,55 nm dan menggunakan rumus *Warren* (L) didapatkan rata-rata ukuran sebesar 59,06 nm, juga didapatkan rata-rata *Microstrain* (ϵ) sebesar 0,71.

KESIMPULAN DAN SARAN

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Hasil penelitian pada pasir pantai desa Lamakera yaitu sebagian besar sampel mengandung magnetit menunjukan kadar Fe_3O_4 tidak lebih rendah dari 100%. Hasil analisis menunjukkan bahwa kandungan Fe_3O_4 berada dalam rentang yang signifikan, menandakan keberadaan magnetit yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai aplikasi, seperti dalam industri magnet dan material ferrimagnetik.
- Fasa kristal dari partikel yang terdapat pada Sampel S2 (pasir besi dengan HCl Murni) yaitu Magnetit dan diperoleh rata-rata ukuran kristal yang dihitung menggunakan rumus *Scherrer* (D) yaitu sebesar 34,21 nm dan menggunakan rumus *Warren* (L) sebesar 36,02 nm, juga didapatkan rata-rata *Microstrain* sebesar 1,03. dan Pada Fasa kristal Sampel S3 (pasir besi dengan HCl portex) yaitu Magnetit dan diperoleh rata-rata ukuran kristal yang dihitung menggunakan rumus *Scherrer* (D) yaitu sebesar 53,55 nm dan menggunakan rumus *Warren* (L) didapatkan rata-rata ukuran sebesar 59,06 nm, juga didapatkan rata-rata *Microstrain* sebesar 0,71.

SARAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan yaitu Pemurnian Magnetit (Fe_3O_4) Berbahan Dasar Pasir Pantai Desa Lamakera Menggunakan Pembersih Lantai Merek *Porstex* dengan Metode Kopresipitasi, maka disarankan, yaitu:

1. Sebaiknya digunakan HCl pengganti *porstex* dengan larutan lain yang proses pengendapannya lebih cepat dan didapatkan ukuran kristal yang lebih kecil.
2. Sebaiknya dilakukan uji XRF lagi untuk mengetahui unsur-unsur yang terkandung dalam pasir besi pantai Lamakera.
3. Sebaiknya digunakan magnet yang memiliki kuat medan lebih bagus dan daya tarik yang kuat pada proses pencucian.

DAFTAR PUSTAKA

1. Asri, L. 2019. *Sintesis dan analisis kandungan mineral dan karakteristik sifat listriknanopartikel pasir besi Pantai Telindung Kabupaten Lombok Timur*. UIN Mataram.
2. Khairunisah, K, dkk. 2023. *Sintesis Mineral Magnetit (Fe_3O_4) Berbahan Dasar Pasir Pantai Desa Lamakera*. Undana Kupang.
3. Adhim, M. S. 2018. *Intesis Nanopartikel Fe_3O_4 (Magnetit) Dari Batu Besi Menggunakan Metode Kopresipitasi Dengan Variasi Ph*. ITS N Surabaya.
4. Izzuddin, A., & Patna Partono, S. T. 2018. *Study Pengaruh Hcl 17% Dan 20% Terhadap Kekuatan Bonding Pelapisan Baja Karbon Rendah Menggunakan Kaca Bekas*. Universitas Muhammadiyah Surakarta.

PEMURNIAN MAGNETIT (Fe_3O_4) BERBAHAN DASAR PASIR PANTAI LAMAKERA MENGGUNAKAN PEMBERSIH LANTAI MEREK VIXAL

Maria Feriati Nole, Albert Zicko Johannes, Laura A. S. Lapono, Zakarias Seba Ngara,
Hery Leo Sianturi

Progran Studi Fisika, Fakultas Sains Dan Teknik, Universitas Nusa
Cendana Jln. Adi Sucipto, Penfui, Kota Kupang, 85111, Indonesia
E-mail: Feriatinole@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana hasil pemurnian Magnetit (Fe_3O_4) berbahan dasar pasir Pantai Lamakera menggunakan pembersih lantai merek Vixal, dan untuk mengetahui fasa kristal dan ukuran kristalit yang terdapat pada sampel pasir Pantai Lamakera setelah disintesis menggunakan metode kopresipitasi. Dalam proses sintesisnya metode ini menggunakan reaksi asam dan basa. Larutan asam (Vixal) digunakan sebagai pelarut dan larutan basa (NaOH) sebagai pengendap. Berdasarkan hasil penelitian, Magnetit yang diperoleh berwarna hitam kecoklatan, dan bersifat magnetis. Hasil uji X-Ray Diffraction (XRD) menunjukan bahwa terdapat fasa kristal tunggal yang diperoleh yaitu fasa Magnetit (Fe_3O_4). Kemudian rata-rata ukuran kristalit yang dihitung menggunakan persamaan Scherrer (D) dan persamaan Warren (L) yaitu pada sampel S1 masing-masing sebesar 33,96281 nm dan 35,06614 nm dan pada sampel S2 sebesar 50,35357 nm dan 56,95838 nm.

Kata kunci: Pasir besi, Magnetit, Vixal, Kopresipitasi XRD

Abstrack

This research aims to determine the results of refining Magnetite (Fe_3O_4) made from Lamakera Beach sand using Vixal brand floor cleaner, and to determine the crystal phase and size of crystallites found in Lamakera Beach sand samples after being synthesized using the coprecipitation method. In the synthesis process, this method uses acid and base reactions. An acid solution (vixal) is used as a solvent and a base solution (NaOH) as a precipitator. Based on the research results, the magnetite obtained was brownish black in color and magnetic. The results of the X-Ray Diffraction (XRD) test show that the single crystal phase obtained is the Magnetite phase (Fe_3O_4). Then the average crystallite size was calculated using the Scherrer equation (D) and the Warren equation (L), namely in sample S1 it was 33.96281 nm and 35.06614 nm respectively and in sample S2 it was 50.35357 nm and 56.95838 nm.

Key words: Iron sand, Magnetite, Vixal, Coprecipitation, XRD

PENDAHULUAN

Indonesia kaya akan potensi bahan magnetik alami, salah satunya adalah pasir besi. Pasir besi merupakan material magnet alami yang terbentuk akibat erosi batuan terrestrial yang tersusun dari andesit, tufa, aglomerat, dan material vulkaniklastik lainnya [1]. Jumlah pasir besi di Indonesia sangat banyak sekali. Hampir seluruh daerah di Indonesia mempunyai potensi pasir besi. Hal ini tidak lepas dari aktivitas aktif gunung berapi yang selalu mengeluarkan mineral-mineral yang dikandungnya. Penyebaran pasir besi di Indonesia terdapat di pulau Sumatera, Jawa, Kalimantan, Sulawesi dan Papua [2]. Identifikasi senyawa logam dalam pasir besi di Pantai Lamakera, yang berada di Kecamatan Solor Timur, Kabupaten Flores Timur, Provinsi Nusa Tenggara Timur (NTT) telah dikaji dan diketahui bahwa dominan mengandung Fe sebesar 82,42%, Si sebesar 2,8%, Ca sebesar 1,82%, dan Ti sebesar 8,02% [3]. Dalam endapan pasir besi terkandung mineral-mineral

magnetik seperti Magnetit (Fe_3O_4), Hematit ($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$) dan Maghemit ($\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$). Magnetit (Fe_3O_4) merupakan mineral yang lebih mendominasi dalam pasir besi [4]. Magnetit (Fe_3O_4) adalah salah satu mineral golongan besi oksida yang memiliki sifat magnet paling kuat di alam dengan struktur kristal berbentuk kubus. Perubahan ukuran partikel Magnetit (Fe_3O_4) akan mempengaruhi sifat-sifat yang dimilikinya. Penambahan oksigen (oksidasi) pada Magnetit akan mengubah bahan ini menjadi Hematit ($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$), dan Maghemit ($\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$), bergantung pada suhu. Mineral-mineral tersebut mempunyai potensi dikembangkan sebagai bahan industri. Contohnya Magnetit untuk bahan dasar tinta kering pada mesin fotokopi. Maghemit adalah bahan utama pita kaset. Ketiga mineral magnetik tersebut dapat digunakan sebagai pewarna serta bahan dasar magnet permanen [5].

Sifat Magnetit (Fe_3O_4) dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti mikrostruktur, morfologi, dan ukuran partikel. Mikrostruktur meliputi struktur kristal, parameter kisi, densitas kristal, dan berbagai fasa yang terbentuk. Mikrostruktur ini dipengaruhi juga oleh metode sintesis, bahan baku, suhu sintesis, konsentrasi prekursor dan presipitan serta treatment panas seperti annealing dan kalsinasi. Berbagai metode telah dikembangkan untuk mensintesis Fe_3O_4 antara lain metode kopresipitasi, sol-gel, hidrotermal, dan dekomposisi termal [6]. Dari beberapa metode tersebut dipilih metode kopresipitasi dalam pembentukan nanopartikel Magnetit. Metode kopresipitasi merupakan metode yang paling efektif karena metode ini dapat dilakukan pada kondisi lingkungan yang normal. Padatan yang dihasilkan dari metode kopresipitasi stabil dan tidak dapat larut dalam pelarut [7].

Berdasarkan penelitian tentang pemurnian Fe_3O_4 berbahan pasir muara Desa Sumlili menggunakan metode kopresipitasi, hasil penelitian menunjukkan bahwa selain mengandung Magnetit (Fe_3O_4) hasil sintesis juga masih terdapat unsur FeCl_2 dan FeCl_3 dengan rata-rata ukuran kristalit sebesar 58,39 nm [8]. Pada penelitian tentang kajian awal pemurnian mineral Fe_3O_4 dari pasir Pantai Baru Ana Raja Kabupaten Ende menggunakan metode kopresipitasi, hasil penelitian menunjukkan bahwa fasa kristal yang paling dominan adalah Ferrocrominate sebesar 34,30% dengan rata-rata ukuran kristalit 242,606 nm dan Magnetite sebesar 22,50% dengan rata-rata ukuran kristalit 183,484 nm [9]. Hal ini dapat disimpulkan bahwa pemurnian yang dilakukan masih belum sempurna karena dominan mengandung fasa kristal selain Magnetit. Penelitian lain juga telah dilakukan tentang sintesis mineral Magnetit (Fe_3O_4) berbahan dasar pasir pantai Desa Lamakera [10]. Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh fasa kristal besi yang terdiri dari Magnetit pada sampel dengan rata-rata ukuran kristalit sebesar 11,174 nm. Namun, hasil juga menunjukkan bahwa adanya mineral halit dan silvit yang cukup banyak, yang menandakan bahwa tahap pencucian pada proses sintesis Magnetit belum optimal.

Pada penelitian ini, peneliti menggunakan cairan pembersih lantai merek Vixal sebagai pengganti HCl. Selain harganya yang relative murah, Vixal juga mudah ditemukan, sehingga memungkinkan peneliti untuk memperolehnya. Dalam penelitian tentang reaksi logam dengan cairan pembersih lantai, menyatakan bahwa cairan pembersih lantai merek Vixal mengandung 17% HCl dan dapat bereaksi dengan logam [11]. Hal ini dapat dilihat dari hasil penelitiannya, ketika HCl direaksikan dengan logam dapat menghasilkan gas Hidrogen. HCl pada cairan Vixal tergolong pekat, sehingga ketika logam masuk ke dalam cairan langsung bereaksi secara eksotermik, ditandai dengan terbentuknya gelembung-gelembung gas di sekeliling logam dan panas yang menyelimuti dinding dari botol kaca.

METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir besi yang berasal dari Pantai Lamakera Kecamatan Solor Timur Kabupaten Flores Timur, HCl 37 %, Vixal (17%), NaOH (6M), dan aquades. Tahap pembuatan Magnetit (Fe_3O_4) adalah sebagai berikut:

Preparasi Sampel Pasir Besi

Sampel pasir Pantai Lamakera dicuci menggunakan air bersih kemudian di keringkan di bawah sinar matahari selama 24 jam. Pasir tersebut selanjutnya dipisahkan (diekstrak) secara manual

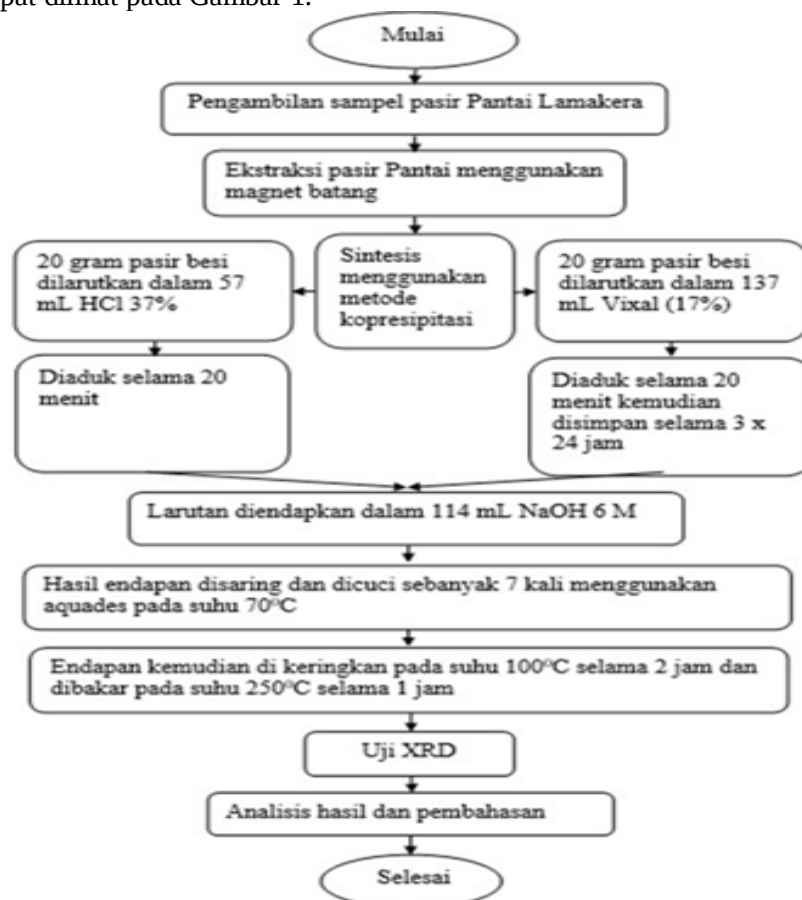
menggunakan batang magnet Neodium untuk ambil bahan magnetiknya. Hasil ekstraksi kemudian dihaluskan dan diekstrak kembali hingga diperoleh pasir besi.

Sintesis Magnetit (Fe_3O_4)

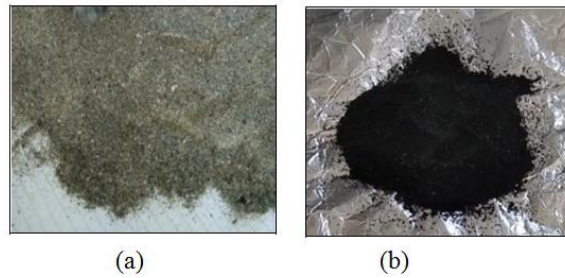
Penelitian ini dilakukan menggunakan metode kopresipitasi, yaitu dengan cara melarutkan pasir yang telah selesai separasi sebanyak 20 gram dalam masing-masing cairan HCl 37% sebanyak 57 mL (Sampel S1) dan Vixal sebanyak 137 mL (sampel S2). Masing-masing larutan diaduk selama 20 menit pada suhu kamar dan untuk larutan yang menggunakan Vixal disimpan selama 3x24 jam. Kemudian, hasil pelarutan masing-masing sampel disaring menggunakan kertas saring dan dipanaskan pada suhu 50°C selama 30 menit. Campurkan secara perlahan selama 60 menit dengan NaOH 6M sebanyak 114 mL yang telah dipanaskan pada suhu 80°C selama 30 menit. Masing-masing endapan yang diperoleh kemudian disaring menggunakan bantuan magnet, lalu dicuci menggunakan aquades dengan suhu 70°C sebanyak 7 kali. Setelah itu dikeringkan selama 2 jam dengan suhu 100°C dan dibakar selama 1 jam dengan suhu 250°C . Masing-masing sampel dihaluskan kemudian disaring menggunakan ayakan 300 mesh. Masing-masing sampel kemudian ditimbang sebanyak 1 gram untuk dilakukan pengujian XRD (S1 dan S2).

Karakterisasi Sampel

Sampel hasil sintesis kemudian ditimbang sebanyak 1 gram untuk dilakukan pengujian XRD. Uji XRD dilakukan untuk mengetahui fasa kristal dan ukuran kristal yang ada pada sampel. Diagram penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.

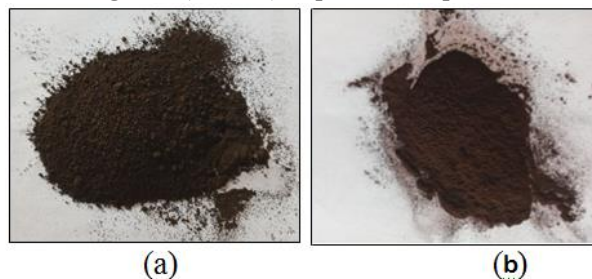


Gambar 1. Diagram alir penelitian



Gambar 2. (a) Sampel pasir besi sebelum disepari (b) Sampel pasir besi setelah disepari

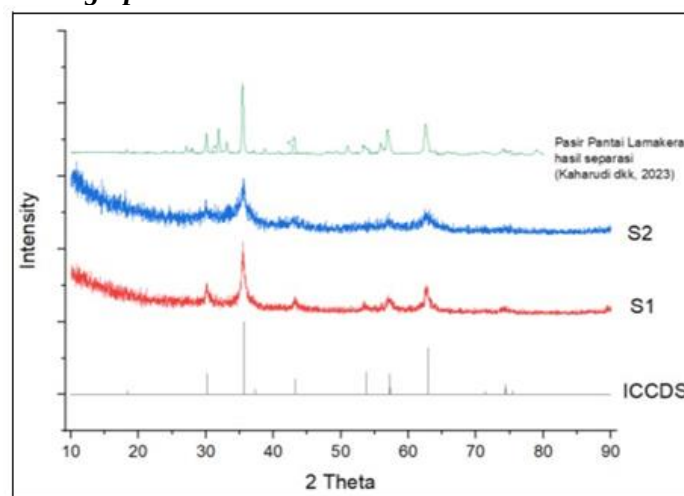
Pada Gambar (a) sampel pasir besi berwarna abu-abu karena masih mengandung banyak pengotor non logam. Namun ketika sudah disepari menggunakan magnet batang, sampel pasir berwarna hitam (Gambar b), hal itu disebabkan karena sampel pasir Pantai Lamakera hanya tersisa unsur logamnya. Hasil sintesis Magnetit (Fe_3O_4) dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. (a) Sampel pasir setelah disintesis menggunakan HCl 37% (b) Sampel pasir setelah disintesis menggunakan Vixal

Berdasarkan Gambar 3 dapat dilihat perbedaan tampilan warna antara pasir yang disintesis menggunakan HCl 37% dan pasir yang disintesis menggunakan HCl 17% (Vixal). Pada sampel hasil sintesis menggunakan HCl 37 % memiliki warna agak gelap yaitu coklat kehitaman sedangkan sampel hasil sintesis menggunakan Vixal memiliki warna yang agak terang yaitu coklat kemerahan.

Hasil karakterisasi X-Ray Diffraction (XRD) pada sampel S1 dan S2 yang dianalisis menggunakan software Originpro

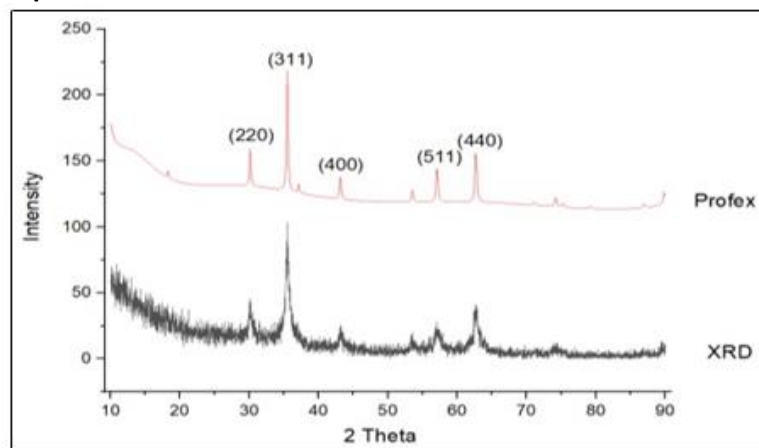


Gambar 4. Hasil karakterisasi XRD

Berdasarkan hasil analisis Originpro pada sampel S1, S2 dan sampel pasir Pantai Lamakera hasil separasi [3] yang dapat dilihat pada Gambar 4, dapat diketahui bahwa puncak-puncak difraksi yang terbentuk memiliki intensitas yang berbeda namun posisi puncaknya berada pada posisi yang sama. Pada sampel hasil separasi [3] menunjukkan bahwa sampel pasir Pantai Lamakera sebelum disintesis memiliki tingkat kekristalan yang baik, yang ditandai dengan munculnya puncak-puncak difraksi yang tajam dan tinggi, yaitu berada pada posisi $2\theta \approx 30,0840$; $35,4020$; $43,0820$; $56,9040$; dan $62,6130$. Pada gambar hasil analisis ini juga terdapat puncak-puncak kecil lainnya yang menandakan bahwa masih terdapat banyak pengotor yang terkandung di dalam pasir besi. Namun, dapat dilihat juga pada data hasil analisis Orogenpro pada sampel S1 dan S2, puncak-puncak kecil yang menandakan adanya pengotor pada sampel pasir Pantai Lamakera sudah berkurang setelah disintesis.

Puncak puncak difraksi yang dihasilkan oleh sampel hasil sintesis menggunakan HCl 37% (S1) cenderung mempunyai intensitas puncak yang lebih tinggi dibandingkan dengan sampel hasil sintesis menggunakan Vixal (S2). Akan tetapi posisi puncak-puncak dari kedua sampel tersebut tetap sama, yaitu pada posisi $2\theta \approx 30,160$; $35,480$; $43,170$; $57,110$; dan $62,720$.

Analisis kuantitatif data karakterisasi X- Ray Diffraction (XRD) menggunakan software profex dan originpro pada sampel S1



Gambar 5. Hasil analisis data XRD pada sampel S1 menggunakan software Profex

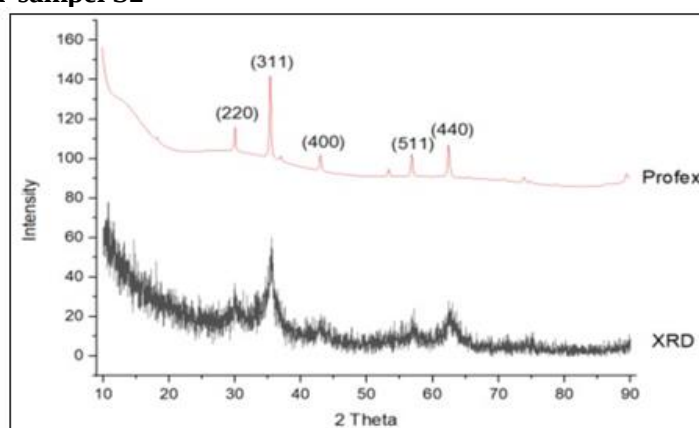
Berdasarkan hasil analisis pada sampel S1 yang dapat dilihat pada Gambar 5, yang mana gambar atas merupakan data Rietveld Refinement yang telah dilakukan penghalusan menggunakan software profex dan gambar bawah merupakan data XRD. Dapat diketahui bahwa terdapat fasa tunggal yang diperoleh yaitu fasa Magnetit (Fe_3O_4) yang dapat diidentifikasi dengan indeks miler. Pada intensitas tertinggi yang didapatkan terletak pada sudut $35,480$ dengan indeks miler [311], diikuti dengan sudut $30,160$; $43,170$; $57,110$; dan $62,720$ dengan masing-masing indeks miler yaitu [220], [400], [511], dan [440]. Sesuai dengan penelitian sebelumnya fasa kristal Magnetit yang ditunjukkan pada puncak- puncak difraksi dengan indeks miler tersebut [12, 13,14].

Pada penelitian ini juga, akan dilakukan analisis kuantitatif untuk mengetahui ukuran Kristalit dan regangan (Microstratin) yang terdapat pada sampel S1. Berdasarkan hasil analisis kuantitatif dari partikel Magnetit yang terdapat pada sampel S1, didapatkan dua rata- rata ukuran kristalit yang dihitung menggunakan persamaan Scherrer (D) dan persamaan Warren (L) yaitu masing-masing $33,96281$ nm dan $35,06614$ nm, dengan rata-rata microstrain (ϵ) sebesar $0,52028$. Hasil analisis kuantitatif pada sampel S1 dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil analisis kuantitatif pada sampel S1

No	2 θ (Degree)	FWHM (Degree)	D (nm)	L (nm)	Microstrain (ϵ)	Fasa kristal
1	30,1665	0,4723	34,84118	36,02331	0,27769	Magnetit
2	35,4882	0,3936	42,38363	44,50234	0,27477	
3	43,1734	0,4723	36,17834	37,40583	0,40768	
4	57,1116	0,6298	28,72194	29,25794	0,74776	
5	62,7224	0,672	27,68898	28,14129	0,89353	
Ukuran rata-rata			33,96281	35,06614	0,52028	

Analisis kuantitatif data karakterisasi *X- Ray Diffraction (XRD)* menggunakan *software profex* dan *originpro* pada sampel S2



Gambar 6. Hasil analisis data XRD pada sampel S2 menggunakan *software profex*

Berdasarkan hasil analisis pada sampel S2 yang dapat dilihat pada Gambar 6, yang mana gambar bagian atas merupakan data *Rietveld Refinement* yang telah dilakukan penghalusan menggunakan *software profex* dan gambar bagian bawah merupakan data XRD. Dapat diketahui bahwa terdapat fasa tunggal yang diperoleh yaitu fasa Magnetit (Fe_3O_4) yang dapat diidentifikasi dengan indeks miler. Pada intensitas tertinggi yang didapatkan terletak pada sudut 35,480 dengan indeks miler [311], diikuti dengan sudut 30,160 ; 43,170 ; 57,110 ; dan 62,720 dengan masing-masing indeks miler yaitu [220], [400], [511], dan [440].

Pada hasil analisis kuantitatif dari partikel Magnetit yang terdapat pada sampel S2, didapatkan dua rata-rata ukuran Kristal yang dihitung menggunakan persamaan *Scherrer (D)* dan persamaan *Warren (L)* yaitu masing-masing 50,35357 nm dan 56,95838 nm dengan rata-rata microstrain (ϵ) sebesar 0,39658. Hasil analisis kuantitatif pada sampel S2 dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil analisis kuantitatif pada sampel S2

No	2 θ (Degree)	FWHM (Degree)	D (nm)	L (nm)	microstrain (ϵ)	Fasa kristal
1	30,01	0,25333	64,9329	73,72945	0,14814	Magnetit
2	35,35	0,63603	26,21853	26,69801	0,44217	
3	42,96	0,2	85,37239	106,7155	0,17169	
4	56,81	0,47	38,43248	39,74992	0,55453	
5	62,38	0,50455	36,81153	37,89902	0,66637	
Ukuran rata-rata			50,35357	56,95838	0,39658	

Perbandingan ukuran rata-rata kristalit pada sampel pasir pantai Lamakera dapat dilihat di Tabel 3

Tabel 3. Perbandingan ukuran kristal pada sampel S1, dan S2

No	Nama sampel	Ukuran rata-rata kristalit	
		D (nm)	L (nm)
1	S1	33,96281	35,06614
2	S2	50,35357	56,95838

Dari data hasil analisis pada Tabel 3 dengan pencocokan menggunakan *software profex*, mineral unsur yang cocok dengan data sampel pasir Pantai Lamakera adalah unsur Magnetit. Magnetit adalah mineral yang komponen utamanya adalah oksida besi yang mengandung jumlah Besi(II) dan Besi(III) yang sama. Rumus empirisnya adalah Fe_3O_4 , dan sering dinyatakan sebagai Oksida Besi(II,III) Magnetit ditemukan di batuan beku, metamorf, dan sedimen. Sesuai namanya, Magnetit bersifat magnetis; magnetit dan mineral lain yang mengandung besi secara inheren bersifat magnetis digambarkan sebagai ferrimagnetik. Sifat fisik Magnetit adalah berwarna hitam kecoklatan, kristal okahedral, dan granular massif [15,16]. Berdasarkan hasil penelitian tentang sintesis dan karakterisasi sifat Magnetit nanokomposit Fe_3O_4 -Montmorilonit berdasarkan variasi suhu, yang diperoleh berwarna coklat kehitaman dan memiliki sifat magnet yang kuat [17].

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan yaitu pemurnian Magnetit (Fe_3O_4) berbahan dasar pasir Pantai Lamakera menggunakan pemersih lantai merek Vixal dapat disimpulkan bahwa:

1. Pemurnian Magnetit (Fe_3O_4) berbahan dasar pasir Pantai Lamakera menggunakan pembersih lantai merek Vixal telah dilakukan dan dapat dikatakan berhasil. Magnetit yang diperoleh berwarna hitam kecoklatan, dan bersifat magnetis.
2. Dari hasil uji XRD, fasa kristal yang diperoleh yaitu fasa Magnetit. Juga diperoleh dua rata-rata ukuran kristalit yang dihitung menggunakan persamaan *Scherrer* (D) dan persamaan *Warren* (L) yaitu pada sampel S1 masing-masing 33,96281 nm dan 35,06614 nm dengan rata-rata microstrain (ϵ) sebesar 0,520286. Pada sampel S2 sebesar 50,35357 nm dan 56,95838 nm dengan rata-rata microstrain (ϵ) sebesar 0,39658.

DAFTAR PUSTAKA

1. Sirait, R. A., Salomo, S., Muhammad, J., & Taer, E. (2022). Sintesis dan Karakterisasi Nanopartikel Oksida Besi Menggunakan Metode Ball Milling dan kopresipitasi. *Komunikasi Fisika Indonesia*, 19(2): 91-98.
2. Nengsih, S. (2021). *Revier Literatur : Sintesis Pasir Besi Menjadi Nanopartikel Magnetit Melalui Penerapan Metode*. *AMINA*, 3(3):112-122.
3. Kaharudin, K., Mesah, N. A. K., Muhammad, S. S., Nole, M. F., Johannes, A. Z. (2023). Sintesis Mineral Magnetit (Fe_3O_4) Berbahan Dasar Pasir Pantai Lamakera. 10(1): 33-38.
4. Prasetyowati, R., Widiawati, D., Swastika, P. E., Ariswan, A., & Warsono, W. (2021). Sintesis dan Karakterisasi Nanopartikel Magnetit (Fe_3O_4) Berbasis Pasir Besi Pantai Glagah Kulon Progo dengan Metode Kopresipitasi pada Berbagai Variasi Konsentrasi NH_4OH . *Jurnal Sains Dasar*, 10(2): 57-61.
5. Yulianto, A., Bijaksana, S., Loeksmanto, W., & Kurnia, D. (2019). Produksi sHematit ($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$) dari pasir besi: Pemanfaatan potensi alam sebagai bahan industri berbasis sifat kemagnetan. *Jurnal Sains Materi Indonesia*, 5(1): 51-54.

6. Swastika, P. E., Hardheyanti, F., Prasetyowati, R., Ariswan, A., & Warsono, W. (2021). Pengaruh Konsentrasi HCl terhadap mikrostruktur dan sifat kemagnetan nanopartikel Fe_3O_4 yang disintesis dari pasir besi Pantai Glagah Kulonprogo. *Jurnal Sains Dasar*, 10(1): 24-29.
7. Nurjanah, Siti. 2018. Sintesis dan Dan karakterisasi Nanopartikel Magnetit Fe_3O_4 Pasir Besi Glagah Kulon Progo Dengan Metode Kopresipitasi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Jurusan Fisika. Universitas Negeri Yogyakarta.
8. Marung, Flavianus F. 2021. Pemurnian Fe_3O_4 berbahan pasir muara desa Sumlili menggunakan metode kopresipitasi. Fakultas Sains dan Teknik, Jurusan Fisika. Univesitas Nusa Cendana Kupang.
9. Bantaika, Charles F. 2022. Kajian awal pemurnian mineral Fe_3O_4 dari pasir pantai Baru Ana Raja Kabupaten Ende dengan metode kopresipitasi. Fakultas Sains dan Teknik, Jurusan Fisika. Univesitas Nusa Cendana Kupang.
10. Kaharudin, K., Mesah, N. A. K., Muhammad, S. S., Nole, M. F., Johannes, A. Z. (2023). Sintesis Mineral Magnetit (Fe_3O_4) Berbahan Dasar Pasir Pantai Lamakera. 10(1): 33-38.
11. Rahmah, S., Nainggolan, E., Harahap, A. F., Riska, C. S., Sitepu, D. S., ASiregar, A. C., ... & Simanjuntak, D. P. (2020). Reaction of metals with floor cleaner liquids. *Indonesian Journal of Chemical Science and Technology (IJCST)*, 3(1): 17-19.
12. Agnestisia, R. (2017). Synthesis & Characterization of Magnetit (Fe_3O_4) and Its Applications As Adsorbent Methylene Blue. *Jurnal Berkala Ilmiah Sains dan Terapan Kimia*, 11(2): 61-70.
13. Rahmayanti, M. (2020). Sintesis dan Karakterisasi Magnetit (Fe_3O_4): Studi Komparasi Metode Konvensional dan Metode Sonokimia. *Al Ulum: Jurnal Sains Dan Teknologi*, 6(1): 26-31.
14. Rianna, M., Hamid, M., Handayani, F., Maulana, A., Sebayang, S., Rangkuti, W. R., ... & Sebayang, P. (2022). Studi dan karakterisasi Fe_3O_4 yang disintesis dari pasir besi alam Sumatera Utara Study and characterization of Fe_3O_4 synthesized from natural iron sand in Sumatera Utara. 11(2): 45-48.
15. Britannica. (2012). *Oxide mineral*. (<https://www.britannica.com/science/oxide-mineral>, diakses 15 September 2024).
16. ACS. (2020). Magnetit. (<https://www.acs.org/molecule-of-the-week/archive/m/magnetite.html>, diakses 15 September 2024).
17. Simamora, P. Krisna., Krisna. (2015). Sintesis dan karakterisasi sifat magnetic nanokomposit Fe_3O_4 montmorilonit berdasarkan variasi suhu. *Prosiding SNF*, 4: SNF2015-VII.

PEMETAAN DISTRIBUSI KANDUNGAN RADIOISOTOP DALAM DEPOSIT MINERAL BATUAN DI OBJEK WISATA KELABBA MADJA SABU RAIJUA

Domitha Y. Ado, Bartholomeus Pasangka, Albert Zicko Johannes, Hadi Imam Sutaji

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

Jln. Adi Sucipto, Penfui, Kota Kupang, 8511, Indonesia

E-mail: domithaado29@gmail.com

Abstrak

Telah dilakukan penelitian di objek wisata Kelabba Madja, Desa Wadumaddi, Kecamatan Hawu Mehara, Kabupaten Sabu Raijua mengenai pemetaan distribusi kandungan radioisotop. Tujuan penelitian ini menetapkan kisaran cacah dan aktivitas jenis massa kandungan radioisotop, memetakan distribusi kandungan radioisotop dan mengestimasi luasan area yang kandungan radioisotopnya melampaui standar lingkungan. Metode penelitian yang digunakan terdiri dari observasi, sampling, mapping, analisis dan interpretasi data. Data lapangan yang diperoleh berupa nilai cacah radiasi per menit (cpm), elevasi dan data lintang bujur. Hasil penelitian lapangan menunjukkan kisaran cacah radiasi sebesar 19 cpm - 33 cpm sedangkan pada sampel batuan di kedalaman 5 cm sebesar 15 cpm - 31 cpm serta kedalaman 10 cm adalah 16 cpm - 33 cpm. Kisaran aktivitas jenis massa (C) kandungan radioisotop pada sampel batuan untuk kedalaman 5 cm sebesar $0,063 \times 10^{-5} \mu\text{Ci/gr}$ - $0,130 \times 10^{-5} \mu\text{Ci/gr}$ dan kedalaman 10 cm sebesar $0,067 \times 10^{-5} \mu\text{Ci/gr}$ - $0,138 \times 10^{-5} \mu\text{Ci/gr}$. Pola distribusi kandungan radioisotop tinggi berada pada arah barat daya sampai utara yang memiliki luas sekitar 12.146,39 m² dan cenderung menurun ke arah timur. Kontaminasi radioisotop pada daerah penelitian masih tergolong rendah dan secara umum cacah radiasi masih berada pada batas ambang toleransi.

Kata kunci : Pemetaan; Radioisotop; CPM; Aktivitas jenis massa

Abstract

Research has been carried out at the Kelabba Madja tourist attraction, Wadumaddi Village, Hawu Mehara District, Sabu Raijua Regency regarding the distribution map of radioisotope content. The aim of this research is to determine the count range and mass activity of radioisotope content, map the distribution of radioisotope content and estimate the area where the radioisotope content exceeds environmental standards. The research method used consists of observation, sampling, mapping, analysis and interpretation of data. The field data obtained is in the form of calculated radiation per minute (cpm), elevation and latitude longitude data. The results of field research show that the radiation count range is 19 cpm - 33 cpm, while for rock samples at a depth of 5 cm it is 15 cpm - 31 cpm and at a depth of 10 cm it is 16 cpm - 33 cpm. The range of mass specific activity (C) of radioisotope content in samples for a depth of 5 cm is $0.063 \times 10^{-5} \mu\text{Ci/gr}$ - $0.130 \times 10^{-5} \mu\text{Ci/gr}$ and a depth of 10 cm is $0.067 \times 10^{-5} \mu\text{Ci/gr}$ - $0.138 \times 10^{-5} \mu\text{Ci/gr}$. The distribution pattern of high radioisotope content is in the southwest to north direction, which has an area of around 12,146.39 m² and tends to decrease towards the east. Radioisotope contamination in the study area is still relatively low and in general the amount of radiation is still within the tolerance threshold.

Keywords: Mapping; Radioisotope; CPM; Mass type activity

PENDAHULUAN

Dalam Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 10 Tahun 2009 tentang Kepariwisata, Daya Tarik Wisata (Objek Wisata) adalah segala sesuatu yang memiliki keunikan, keindahan, dan nilai berupa keanekaragaman kekayaan alam, budaya dan menjadi sarana atau tujuan kunjungan wisatawan. Objek wisata terbagi atas dua yaitu alami dan buatan. Objek wisata alami adalah objek wisata yang sudah terjadi sejak zaman dahulu karena adanya perubahan kondisi alam dan tanpa adanya campur tangan manusia. Objek wisata buatan adalah objek wisata yang merupakan hasil buatan manusia [1].

Radioaktivitas adalah fenomena suatu unsur radioaktif mengalami peluruhan yang didiakibatkan oleh ketidakstabilan inti suatu atom. Unsur radioaktif yang tidak stabil berusaha mencapai kestabilan dengan cara melepaskan energi berlebihan yang disebut radiasi [2]. Radioaktif terdapat di beberapa media di lingkungan yaitu udara, air, tanah, batuan, dan tanaman. Media-media tersebut menjadi penghubung antara manusia dengan zat radioaktif yang dapat mengakibatkan gangguan kesehatan [3]. Zat radioaktif yang terdapat pada berbagai media lingkungan berpotensi berbahaya pada kesehatan masyarakat yang menggunakan media-media tersebut. Oleh sebab itu, zat radioaktif yang terdapat pada alam dan lingkungan perlu dipantau dan dianalisis kadar zat radioaktif yang terdapat pada media-media disekitar lingkungan tempat tinggal dengan metode radioaktivitas lingkungan [4]. Data yang diperoleh dari analisis ini dapat diketahui kemungkinan ada tidaknya pencemaran radioaktif ke lingkungan dan langkah yang diperlukan demi kelangsungan hidup manusia [5].

Kelabba Madja merupakan salah satu objek wisata alami yang terletak di Dusun Gelanalu, Desa Wadumaddi, Kecamatan Hawu Mehara, Kabupaten Sabu Raijua. Keunikan dari objek wisata ini adalah sebagai tempat ritual adat masyarakat Liae dan Mehara. Kelabba Madja dikelilingi oleh batuan granit bergradasi aneka warna seperti merah marun, cokelat muda, kelabu dan jingga serta menyerupai jamur karena adanya kikisan air hujan selama ratusan tahun yang membentuk lapisan-lapisan. Kondisi batuan tersebut mirip dengan kondisi batuan di daerah Oesena dan Oesu'u yang berada di Kabupaten Kupang termasuk tumbuhannya yaitu pohon Vachellia atau pohon duri/akasia. Hasil penelitian menunjukkan daerah Oesena memiliki kandungan radioisotop dengan cacah radiasi berkisar antara 8 cpm - 33 cpm [6] sedangkan daerah Oesu'u berkisar antara 7 cpm - 61 cpm [7]. Adanya kemiripan kondisi batuan itulah yang memberikan dugaan adanya kandungan radioisotop di daerah obyek wisata Kelabba Madja tersebut sehingga perlu dilakukan penelitian.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah menentukan kisaran cacah dan aktivitas jenis massa kandungan radioisotop, memetakan distribusi kandungan radioisotop dalam deposit mineral batuan dan mengestimasi luasan daerah dengan kandungan radioisotopnya melebihi batas yang diperbolehkan berdasarkan standar lingkungan untuk masyarakat umum. Batas kandungan radioisotop yang diperbolehkan untuk masyarakat umum sekitar 27 cpm sedangkan batas kandungan radioisotop alam sangat berbahaya jika melebihi standar minimumnya yaitu 33 cpm [8].

METODE

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di objek wisata Kelabba Madja, Desa Wadumaddi, Kecamatan Hawu Mehara, Kabupaten Sabu Raijua dan Laboratorium Program Studi Fisika FST UNDANA

Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi Detector Geiger Muller tipe Radalerat 60, GPS tipe Garmin, sampel batuan, neraca digital, *furnace*, *hot plate*, mangkok porselin, *aquades*, lumpang, pengayak, kertas perak (*Aluminium foil*), komputer, Software Surfer dan kamera.

Prosedur Kerja

Prosedur kerja penelitian terbagi menjadi dua, yaitu prosedur lapangan dan laboratorium. Prosedur kerja lapangan diawali survei pendahuluan, persiapan peralatan pengambilan data, pengukuran cacah latar dan data lapangan, data dan sampel seperti terlihat pada gambar 1. Kegiatan survei dilakukan untuk menentukan 50 titik ukur yang berjarak 20 m antara satu titik ukur dengan lainnya dan mempersiapkan peralatan saat pengambilan data dan sampel. Pengukuran cacah radiasi

dilakukan dengan mendekatkan detektor ke tanah pada setiap titik ukur sehingga radioisotop yang terkandung dalam deposit mineral batuan dapat terdeteksi oleh detektor [9].



Gambar 1. Diagram alir penelitian lapangan

Prosedur kerja laboratorium terkait dengan sampel dari lapangan, tepatnya sampel dari 25 buah titik ukur dengan kedalaman 5 cm dan 10 cm. Tahapan prosedur kerjanya terlihat pada gambar 2.



Gambar 2. Diagram alir penelitian laboratorium

Sampel batuan dari lapangan ditempatkan pada *aluminium foil* serta dimasukkan ke dalam wadah yang diberi label tertentu dan dibawa ke laboratorium untuk dilakukan analisis. Kegiatan analisis sampel ini diawali dengan memanaskan sampel dalam *furnace* selama 10 menit dan menghaluskannya dengan cara ditumbuk pada lumpang. Setelah dihaluskan sampel kemudian dimasukan ke dalam *Platinum Crucible* dan dibakar dengan suhu 750°C sampai menjadi debu. Sampel yang sudah menjadi debu kemudian diayak dan hasil ayakan ditaruh di Planset. Proses berikutnya, sampel dimasukan ke dalam *Platinum Crucible* dan ditambahkan *aquades* secukupnya untuk menghilangkan campuran-campuran lain sampai homogen. Sampel yang sudah dicuci dikeringkan kembali dengan *hotplate* dan sampel yang sudah dikeringkan kemudian didinginkan. Hasil sampel dari pendinginan ditimbang sebanyak 10 gram dan dicacah dengan detektor GM. Aktivitas jenis kandungan radioisotop pada sampel dihitung dengan menggunakan persamaan aktivitas jenis dan data hasil perhitungan tersebut disesuaikan dengan tabel pembagian daerah kontaminasi radioisotop. Hal ini dilakukan pada semua sampel dan setelah semua data didapatkan, kemudian data diplot ke peta kontur berdasarkan sistem koordinat dan distribusinya. Plot data juga dilakukan terhadap cacah radiasi yang diukur langsung di lapangan, kemudian hasil keduanya dianalisis dan diinterpretasikan serta disimpulkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil survei pendahuluan memberikan gambaran umum bahwa batuan yang ada di lokasi penelitian berupa batuan metamorf dan batuan sedimen seperti terlihat pada gambar 3 dan gambar 4.



Gambar 1. Batuan Metamorf di Kelabba Madja



Gambar 2. Batuan Sedimen Lempung di Kelabba Madja

Untuk titik-titik ukur, lintang, bujur, ketinggian dan nilai cpm lapangan termasuk titik-titik ukur tempat sampel diperoleh memiliki data pengukuran lapangan dan laboratorium seperti Tabel 1.

Tabel 1. Data Hasil Pengukuran Lapangan dan Analisis Lab

Titik Ukur	Lintang	Bujur	Ketinggian (m)	Cpm Lapangan	Kode Sampel	Cpm Lab		C ($\mu\text{Ci/gr}$) $\times 10^{-5}$	
						5 cm	10 cm	5 cm	10 cm
1.	8827460	369342	31	35	1 L1	30	33	0.126	0.138
2.	8827474	369357	30	33					
3.	8827487	369372	29	28	2 L1	31	32	0.130	0.134

Titik Ukur	Lintang	Bujur	Ketinggian (m)	Cpm Lapangan	Kode Sampel	Cpm Lab		C ($\mu\text{Ci/gr}$) $\times 10^{-5}$	
						5 cm	10 cm	5 cm	10 cm
4.	8827500	369387	31	30					
5.	8827514	369402	28	25	3 L1	28	29	0.117	0.121
6.	8827527	369417	27	31					
7.	8827540	369432	26	33	4 L1	28	26	0.117	0.109
8.	8827554	369447	31	27					
9.	8827567	369462	29	25	5 L1	27	30	0.113	0.126
10.	8827580	369477	28	26					
11.	8827445	369355	27	29					
12.	8827458	369370	25	27	1 L2	25	27	0.105	0.113
13.	8827472	369385	23	32					
14.	8827485	369400	24	28	2 L2	25	28	0.105	0.117
15.	8827498	369415	22	33					
16.	8827512	369430	26	27	3 L2	19	22	0.080	0.092
17.	8827525	369445	25	25					
18.	8827538	369459	25	28	4 L2	24	26	0.101	0.109
19.	8827552	369474	27	25					
20.	8827565	369489	26	23	5 L2	24	26	0.101	0.109
21.	8827430	369368	25	26	1 L3	18	22	0.075	0.092
22.	8827443	369383	26	25					
23.	8827457	369397	26	24	2 L3	16	18	0.067	0.075
24.	8827470	369412	22	21					
25.	8827430	369427	25	20	3 L3	17	18	0.071	0.075
26.	8827497	369441	23	23					
27.	8827511	369456	21	21	4 L3	21	24	0.088	0.101
28.	8827524	369471	22	22					
29.	8827538	369486	24	24	5 L3	18	21	0.075	0.088
30.	8827552	369500	23	21					
31.	8827414	369381	23	24					
32.	8827428	369395	23	22	1 L4	20	23	0.084	0.096
33.	8827441	369410	22	20					
34.	8827455	369425	21	25	2 L4	20	22	0.084	0.092
35.	8827469	369439	23	21					
36.	8827482	369454	24	22	3 L4	21	23	0.088	0.096
37.	8827496	369469	24	24					
38.	8827509	369483	22	23	4 L4	24	26	0.101	0.109
39.	8827523	369498	21	25					
40.	8827537	369513	22	20	5 L4	23	25	0.096	0.105
41.	8827399	369393	21	24	1 L5	22	24	0.092	0.101
42.	8827412	369408	20	22					
43.	8827426	369423	21	20	2 L5	18	22	0.075	0.092
44.	8827439	369438	22	23					
45.	8827453	369453	20	24	3 L5	15	17	0.063	0.071
46.	8827466	369467	21	25					
47.	8827480	369482	21	21	4 L5	15	16	0.063	0.067
48.	8827493	369497	21	24					

Titik Ukur	Lintang	Bujur	Ketinggian (m)	Cpm Lapangan	Kode Sampel	Cpm Lab		C ($\mu\text{Ci/gr}$) $\times 10^{-5}$	
						5 cm	10 cm	5 cm	10 cm
49.	8827507	369512	23	22	5 L5	21	23	0.088	0.096
50.	8827520	369526	24	19					

Nilai aktivitas jenis massa kandungan radioisotop dalam sampel batuan ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut ini

$$C = \frac{\text{cpm}}{2,22 \times 10^6} \times \epsilon \times \frac{1}{Y} \times \frac{1}{m} \quad \mu\text{Ci/gram}$$

dimana, C adalah aktivitas jenis radioisotop dalam sampel ($\mu\text{Ci/gram}$), cpm adalah cacah per menit dalam sampel, ϵ adalah efisiensi detektor Geiger Muller tipe Radalert 60 yaitu sebesar 0,93 dan m adalah massa sampel yang sudah diabukan (gram) serta Y adalah faktor koreksi lainnya. Pada perhitungan faktor Y dipengaruhi beberapa komponen yaitu geometri detektor dan geometri sampel, jarak detektor ke sampel, sudut ruang dan window detektor karena semua komponen tersebut dapat dikoreksi dengan baik [4].

Sampel yang telah diperlakukan sesuai dengan prosedur laboratorium menghasilkan warna sampel seperti terlihat pada gambar 5.



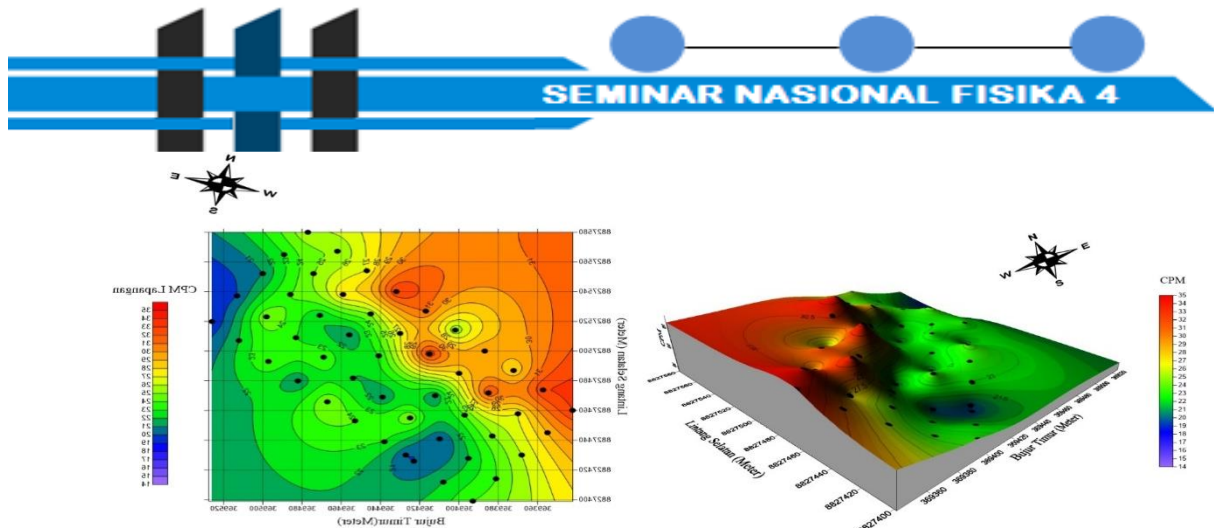
Gambar 3. Sampel batuan di yang telah diproses menjadi debu sangat halus

Perbedaan warna debu sangat halus tersebut dimungkinkan terjadi karena banyak faktor, salah satunya berupa keberadaan unsur radioaktif dengan jenis ikatan berbeda sebagai penyusun sampel. Secara teori sampel berwarna coklat didominasi oleh komposisi unsur Uranium dan Thorium dengan unsur asosiasi lainnya, yang berwarna coklat dengan bintik-bintik putih didominasi oleh unsur Natrium dengan asosiasinya, dan abu-abu didominasi oleh unsur Xenon dengan asosiasinya [10].

Pembahasan dan Interpretasi

Cacah radiasi pada permukaan tanah

Hasil pemodelan peta kontur dan kurva 3D terhadap cacah radiasi di lokasi penelitian pada tabel 1, tepatnya permukaan tanah memperlihatkan bahwa sebaran radioisotop berbeda untuk setiap titik ukurnya dengan rentang nilai 19 cpm – 35 cpm seperti pada gambar 6. Nilai cacah radiasi maksimum, yaitu 35 cpm terdapat pada titik ukur ke-1 dan cacah radiasi minimum, yaitu 19 cpm pada titik ukur ke-50 dengan sebaran kandungan radioisotop dalam deposit mineral cukup merata di seluruh lokasi pengambilan, namun akumulasi tertinggi berada di bagian barat daya sampai barat laut.

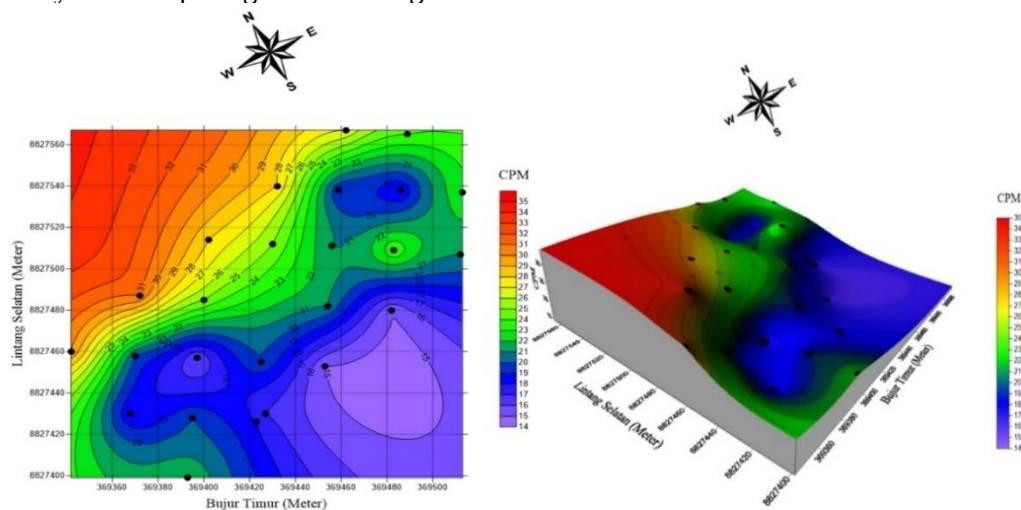


Gambar 4. Peta kontur dan kurva 3D persebaran radioisotop pada permukaan tanah

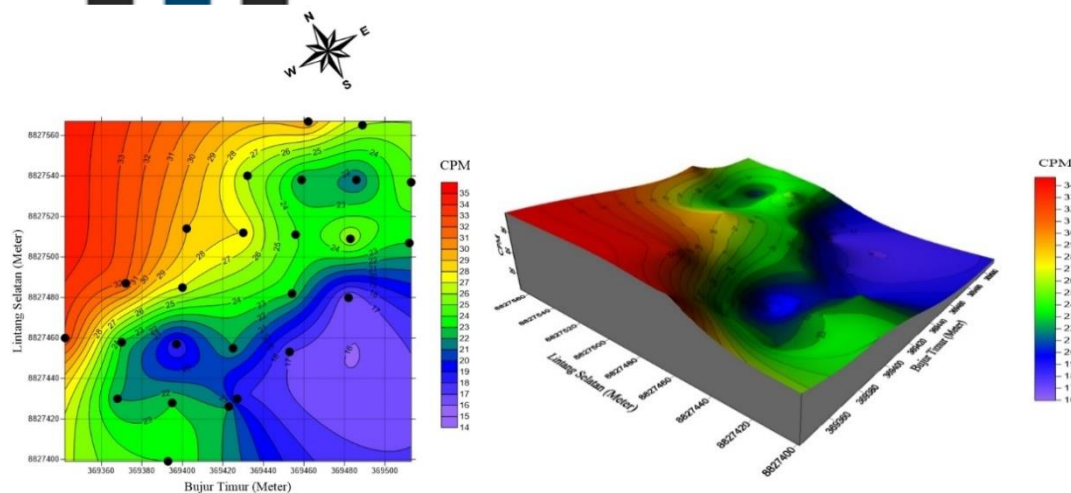
Perbedaan akumulasi sebaran kandungan radioisotope sangat dimungkinkan karena adanya beberapa factor yang mempengaruhi, diantaranya berupa waktu paruh yang lebih pendek dari unsur radioisotop, sifat air sebagai penetral maka energi radiasi yang diterima oleh detektor semakin berkurang dan perbedaan kadar unsur radioisotop yang terbawa air saat hujan dari tempat yang lebih tinggi ke tempat yang lebih rendah. Semakin tinggi ketinggian, semakin tinggi dosisnya [11]. Batuan pada titik tertinggi di lokasi penelitian masih merupakan batuan asli sejak pembentukan bumi sehingga masih memiliki nilai radioisotop yang tinggi. Selain itu pada daerah bertopografi tinggi kebanyakan diisi oleh batuan sehingga kecil kemungkinan radioisotop terbawa oleh air hujan. Namun pada beberapa titik yang bertopografi rendah juga memiliki cpm yang cukup tinggi karena berada pada jalur yang mudah dilalui air (karena batuan besar sudah hancur menjadi kerikil) sehingga material radioisotop terbawa dari daerah tinggi dan mengendap di daerah rendah. Daerah yang memiliki kandungan radiosotop tinggi, yaitu 27 cpm – 35 cpm seluas 12.146,3 m². Luasan ini diperoleh melalui perhitungan aplikasi *surfer*.

Cacah radiasi pada sampel bahan galian

Tabel 1 menjadi dasar pemodelan cacah radiasi pada sampel bahan galian, dimana hasil pemodelannya terlihat pada gambar 7 dan gambar 8.



Gambar 7. Kontur dan Kurva 3D cacah radiasi pada sampel bahan galian dengan kedalaman 5 cm

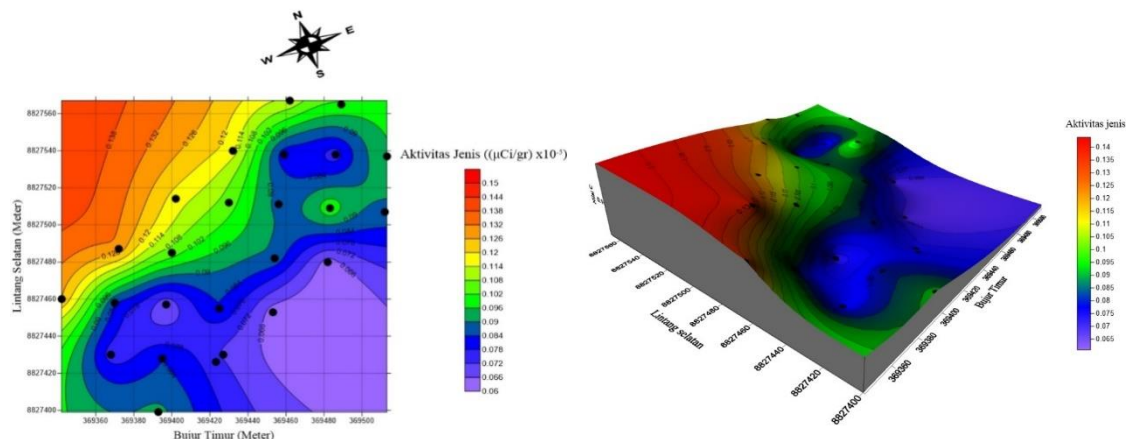


Gambar 8. Kontur dan Kurva 3D cacah radiasi pada sampel bahan galian dengan kedalaman 10 cm

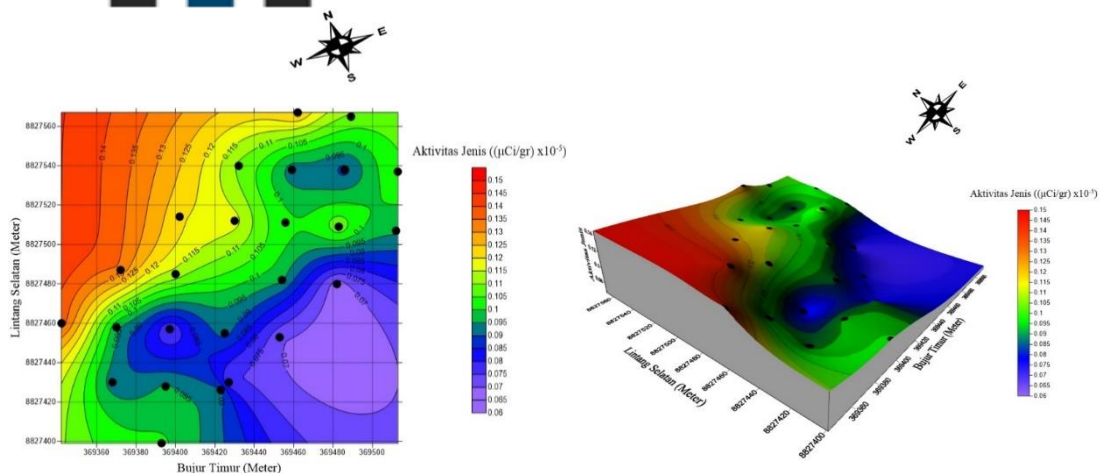
Hasil pengukuran cacah radiasi sampel galian dengan kedalaman 5 cm pada gambar 7 memiliki interval 15-31 cpm sedangkan kedalaman 10 cm memiliki interval 16-33 cpm yang terlihat pada gambar 8, dimana perbedaan cacah radiasi per menit kedua sampel tidak berbeda jauh nilainya.

Berdasarkan data pada tabel 1 dan gambar 6, gambar 7 dan gambar 8 terlihat bahwa cacah radiasi di lapangan dan laboratorium memiliki perbedaan yang sangat kecil, dimana nilai maksimum maupun nilai minimum rata-rata berada pada titik yang sama atau berdekatan. Hal ini disebabkan oleh permukaan lokasi penelitian (tempat pengambilan data) memiliki struktur kerikil sehingga tidak mengganggu pencacahan radiasi. Berbeda jika tempat pengambilan data memiliki struktur batuan tebal, maka kemungkinan perbedaan antara nilai cacah radiasi di lapangan dan laboratorium akan memiliki perbedaan yang besar, hal ini dapat dilihat pada lintasan 2 titik ukur 8, lintasan 3 titik ukur 3 dan 10, lintasan 4 titik ukur 1 dan lintasan 5 titik ukur 10. Pada titik-titik ukur ini batuan cukup tebal sehingga pengambilan sampel terlalu besar dan tidak dapat dihaluskan sampai benar-benar halus sehingga tidak dideteksi dengan baik oleh detektor.

Selain cacah radiasi pada sampel, nilai aktivitas jenis massa kandungan radioisotop sampel pada tabel 1 dapat digambarkan dalam bentuk peta kontur dan kurva 3D seperti gambar 9 dan gambar 10.



Gambar 9. Kontur dan kurva 3D aktivitas jenis massa kandungan radioisotop dalam sampel bahan galian dengan kedalaman 5 cm



Gambar 10. Kontur dan kurva 3D aktivitas jenis massa kandungan radioisotop dalam sampel bahan galian dengan kedalaman 10 cm

Gambar 9 menunjukkan hasil perhitungan aktivitas jenis massa kandungan radioisotop pada kedalaman 5 cm dengan nilai tertinggi, yaitu $0,130 \times 10^{-5} \mu\text{Ci/gr}$. Jika dibandingkan dengan standar kontaminasi lingkungan maka dapat dinyatakan bahwa daerah pengambilan sampel tergolong kontaminasi rendah dari radiasi alpha dan beta. Hal ini juga terjadi pada gambar 10 dengan kedalaman 10 cm yang memiliki nilai tertinggi, yaitu $0,138 \times 10^{-5} \mu\text{Ci/gr}$ juga termasuk daerah kontaminasi rendah.

Rendahnya hasil perhitungan aktivitas jenis massa kandungan radioisotop dalam sampel batuan di lokasi penelitian diduga karena kedalaman pengambilan sampel masih di atas jika dibandingkan kedalaman akumulasi kandungan radioisotop sebenarnya. Meskipun nilai aktivitas jenis massa masih tergolong rendah, perlu diwaspadai pada beberapa titik pencacahan langsung telah mencapai titik maksimum IAEA yang diperbolehkan untuk kesehatan yang berasal dari radiasi alam yakni 33 cpm[8].

SIMPULAN DAN SARAN

SIMPULAN

Penelitian ini memberikan simpulan bahwa kisaran cacah radiasi pada daerah Objek Wisata Kelabba Madja memiliki nilai 19 cpm - 35 cpm, kisaran cacah radiasi sampel batuan dengan kedalaman 5 cm sebesar 15 cpm - 31 cpm dan kedalaman 10 cm sebesar 16 cpm - 33 cpm. Untuk kisaran aktivitas jenis massa (C) kandungan radioisotop sampel batuan berkisar $0,063 \times 10^{-5} \mu\text{Ci/gr}$ - $0,130 \times 10^{-5} \mu\text{Ci/gr}$ untuk kedalaman 5 cm dan kedalaman 10 cm sebesar $0,067 \times 10^{-5} \mu\text{Ci/gr}$ - $0,138 \times 10^{-5} \mu\text{Ci/gr}$. Pola distribusi kandungan radioisotop dalam deposit mineral batuan tersebar lebih tinggi pada arah barat daya sampai utara dan cenderung menurun ke arah timur dengan luasan daerah kandungan radioisotopnya tinggi sekitar 12.146,3 m². Daerah-daerah tempat pengambilan sampel bahan galian, baik kedalam 5 cm maupun kedalaman 10 cm tergolong kontaminasi rendah dari radiasi alpha dan beta.

SARAN

Saran yang dapat diberikan berdasarkan hasil penelitian ini, adalah adanya penelitian lanjutan dengan memperluas wilayah penelitian serta penambahan kedalaman pengambilana sampel, yaitu lebih dari 10 cm.

DAFTAR PUSTAKA

1. “Undang-Undang Nomor 10 Tahun 2009 Tentang Kepariwisata,” Jakarta: Sekretariat Negara, 2009.
2. B. Bundjali, *Kimia Inti*. Bandung: Penerbit ITB. Bandung, 2002.
3. F. Kause, “*Investigasi Kandungan Radioisotop Dalam Sampel Batu Bata Di Oebelo Kupang Timur*,” Skripsi. Universitas Nusa Cendana, 2018.
4. B. Pasangka, *Fisika Nuklir (Inti) dan Aplikasinya*. Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknik Universitas Nusa Cendana. Kupang, 2013.
5. W. A. Wardhana, *Teknik Analisis Radioaktivitas Lingkungan*. Yogyakarta: Andi Efset. Yogyakarta, 1994.
6. Bere, M. E. S. & Pasangka, B. & Sutaji, H. I. Pemetaan Distribusi Paparan Radioisotop Pada Daerah Persawahan Di Oesena Akibat Kontaminasi Dari Sumber Radioisotop. *Jurnal Fisika: Fisika Dan Aplikasinya*, e-ISSN: 2657-1900, p-ISSN: 2503-5274, Vol. 1 No. 2, Oktober 2016.
7. Tiro, V. & Pasangka, B. & Tarigan, J. Investigasi Pergeseran Pusat Akumulasi Kandungan Radioisotop dalam Deposit Mineral oleh Proses Migrasi di Desa Oesu’u Kupang Timur,” *Magnetic: Research Journal Of Physics and It’s Application.*, Vol. 3, No. 1, Maret 2023.
8. IAEA, “Safety Standards General Safety Requirements Radiation Protection and Safety of Radiation source Internasional Basic Safety Standards,” 2020
9. Durrant, S. D. D. & Moy, T. & Hutton, P. 2006. “Development of a mems rate sensor,” vol. 606.
10. Tay, M. S. & Johannes, A. Z. & Laponi, L. A. S. & Pasangka, B. Kajian Kandungan Radioisotop Alam Dalam Sampel Batuan Di Desa Oben Baun Kupang Barat Dengan Teknik Analisis Radioaktivitas Lingkungan. *Jurnal Fisika: Fisika Dan Aplikasinya*, e-ISSN: 2657-1900, p-ISSN: 2503-5274, Vol. 3 No. 2, Oktober 2018.
11. D. S. Gahrouei, “Natural Background Radiation Dosimetry in the Highest Altitude Region of Iran,” *J. Radiat. Res.*, vol. 44, no. 3, hal. 285–287, 2003, [Daring]. Tersedia pada: <https://academic.oup.com/jrr/article/44/3/285/919706>.

PERANCANGAN TEKNOLOGI IMAGE CLASSIFICATION BERBASIS ANDROID UNTUK OPTIMALISASI EKONOMI LOKAL DI NTT

**Yuyun Hana Natbais, Rachel Julia Ahab, Balatazar Alexander Temaja Resiona
dan Ali Warsito**

Program Studi Fisika, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana,
Jl. Adisucipto Penfui, Kota Kupang, Nusa Tenggara Timur, 85001, Indonesia
E-mail: yuyunnatbais01@gmail.com

Abstrak

Aplikasi Kinyang-AI dikembangkan untuk meningkatkan pendapatan UMKM makanan lokal di Nusa Tenggara Timur (NTT) dengan menggunakan teknologi klasifikasi gambar dan fitur Maps. Aplikasi ini mampu mengidentifikasi 17 jenis makanan lokal NTT dengan akurasi tinggi saat gambar hanya mengandung satu jenis makanan, meskipun mengalami kesulitan dalam mengklasifikasi gambar multi-objek. Fitur Maps yang terintegrasi dengan Google Maps memudahkan pengguna menemukan lokasi penjual makanan lokal. Selain itu, aplikasi ini juga dirancang untuk mendukung para petani, peternak dan nelayan dalam menjual hasil mentah mereka. Melalui platform ini, pengguna yang mencari pekerjaan sampingan dapat mendaftar sebagai kurir untuk antar pesanan, sehingga menciptakan peluang ekonomi. Pengembangan lebih lanjut mencakup perluasan dataset, optimalisasi model untuk deteksi multi-objek, peningkatan fitur Maps, serta pengembangan antarmuka pengguna dan uji coba lapangan. Dengan demikian, Kinyang-AI tidak hanya mendukung UMKM makanan lokal, tetapi juga memberdayakan petani, peternak, dan nelayan, serta memberikan peluang pekerjaan bagi masyarakat.

Kata kunci:UMKM; Image Classification;Android; Makan Lokal NTT

Abstract

The Kinyang-AI application was developed to enhance the income of local food SMEs in East Nusa Tenggara(NTT) by utilizing image classification technology and Maps features. This application can identify 17 types of local NTT food with high accuracy when the image contains only one type of food, although it struggles with multi-object image classification. The Maps feature, integrated with Google Maps, helps users find the location of local food vendors. Additionally, this application is designed to support farmers, livestock breeders, and fishermen in selling their raw products. Through this platform, users seeking side jobs can register as delivery couriers, thus creating economic opportunities. Further development includes expanding the dataset, optimizing the model for multi-object detection, enhancing the Maps feature, improving the user interface, and conducting field trials. Therefore, Kinyang AI not only supports local food SMEs but also empowers farmers, livestock breeders, and fishermen, while providing job opportunities for the community.

Keywords: SMEs; Image Classification; Android; Local NTT Food

PENDAHULUAN

Nusa Tenggara Timur memiliki potensi kuliner yang kaya dan beragam, dengan banyaknya makanan khas daerah yang belum terekspose secara luas kepada masyarakat. Menurut Priscilla Parkhurst Ferguson [1] dalam tulisannya yang berjudul “*Culinary Nationalism*” menekankan bahwa buku masak dan resep adalah cerminan identitas budaya dan nasional, menghubungkan makanan dengan tempat dan tradisi, serta membantu membentuk kesadaran nasional melalui kuliner.

Pada tahun 2021 dalam “Profil Industri Mikro dan Kecil NTT”, sekitar 25,69% usaha mengalami kesulitan dalam memasarkan hasil usahanya. Pemasaran produk hasil olahan usaha atau

perusahaan IMK sebagian besar masih terbatas dalam satu kabupaten/kota, yaitu sebesar 98,64%. Wilayah pemasaran produk sebagian besar untuk memenuhi kebutuhan masyarakat di sekitar usaha atau perusahaan, sementara pemasaran di luar kabupaten/kota dalam provinsi dan luar provinsi masing-masing hanya sebesar 8,11% [2].

Image Classification adalah salah satu cabang dari *Artificial Intelligent (AI)*. *Deep learning khususnya Convolutional Neural Networks (CNNs)* telah merevolusi klasifikasi gambar yang dirancang untuk mengenal pola dalam data gambar dengan cara yang mirip dengan cara otak manusia memproses informasi visual. Model-model ini dapat belajar dari data gambar yang besar dan kompleks sehingga memungkinkan untuk mengenali objek dengan akurasi yang tinggi [3].

Penelitian berjudul “Potensi Makanan Tradisional Yang Berbasis Masyarakat Sebagai Daya Tarik Wisata Kuliner di Desa Baun, Kupang NTT” menunjukkan bahwa makanan tradisional seperti daging se’i, jagung bose, dan sambal lu’at memiliki potensi besar sebagai daya tarik wisata kuliner. Meskipun makanan-makanan ini sangat terkenal di Kota Kupang dan sekitarnya, masih banyak makanan tradisional lainnya yang belum terekspose secara luas. Jika dipromosikan dengan baik, makanan-makanan ini dapat menjadi pendorong pembangunan pariwisata di Kota Kupang melalui potensi wisata kuliner. Penelitian ini juga menyoroti pentingnya keterlibatan masyarakat dalam pengembangan makanan tradisional, baik dalam pengolahan maupun penyajian. Selain itu, promosi makanan tradisional melalui media cetak dan elektronik oleh Dinas Pariwisata Kabupaten Kupang merupakan langkah yang telah dilakukan untuk mengembangkan kuliner tradisional. Hal ini menunjukkan bahwa ada upaya yang sedang berlangsung untuk mengungkap potensi kuliner NTT yang belum sepenuhnya terekspose kepada masyarakat luas [4].

Penelitian pengklasifikasian gambar makanan dilakukan oleh (Rohim, Sari, Tibyani, 2019) [5] yang membangun arsitektur model *Convolution Neural Network* untuk pengklasifikasian citra makanan tradisional. Dalam penelitian ini, citra makanan yang memiliki objek berbeda sudut pandang akan memiliki hasil yang berbeda pula.

Kurangnya pengenalan akan makanan tradisional NTT yang merupakan identitas daerah sehingga mempengaruhi pendapatan dan pertumbuhan ekonomi daerah, mendorong peneliti untuk merancang sebuah aplikasi yang bekerja sama dengan UMKM yang menjual makanan khas NTT. Aplikasi android yang diberi nama Kinyang-AI ini dirancang untuk mengenali makanan menggunakan klasifikasi gambar. Dengan menggunakan teknologi kecerdasan buatan, Kinyang-AI dapat mengidentifikasi berbagai jenis makanan tradisional dari NTT melalui pengolahan citra.

Tujuan utama perancangan aplikasi ini adalah untuk memberikan kesempatan bisnis yang lebih besar bagi para pelaku usaha kecil, sehingga dapat meningkatkan pendapatan dan pertumbuhan ekonomi daerah. Selain itu, aplikasi ini juga bertujuan untuk memberikan dukungan nyata kepada UMKM dengan memberikan *platform* yang memudahkan mereka dalam memperluas jangkauan pasar dan meningkatkan visibilitas produk mereka. Melalui Kinyang-AI, diharapkan kesadaran akan kekayaan kuliner NTT dapat meningkat, yang pada akhirnya akan berkontribusi pada peningkatan pendapatan dan pertumbuhan ekonomi daerah

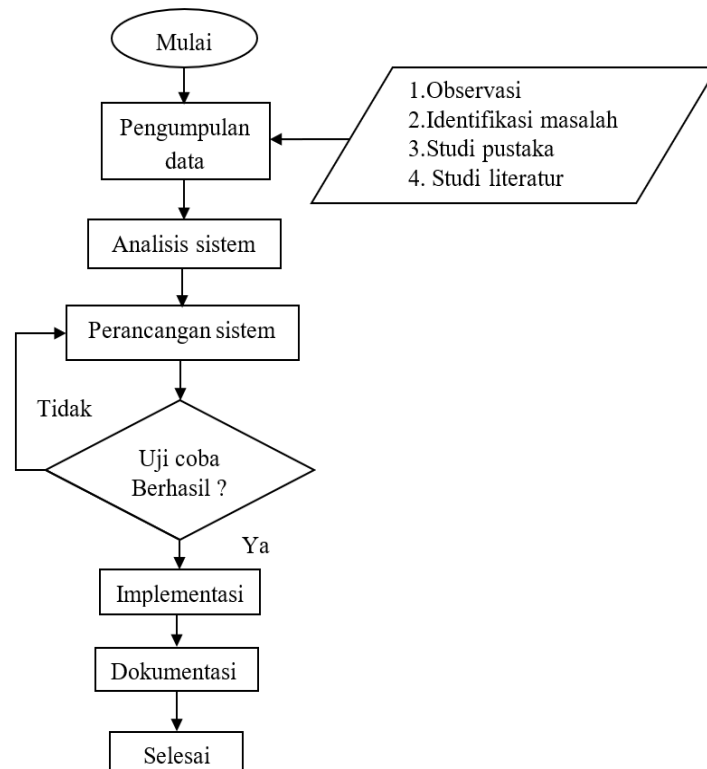
METODE

Alur Penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui observasi untuk mengumpulkan data awal, diikuti dengan identifikasi masalah utama berdasarkan analisis data observasi. Selanjutnya, studi putaka dilakukan untuk mendapatkan landasan teori dari literatur yang relevan, dan studi literatur untuk memperbaharui informasi dari sumber-sumber terbaru. Pengumpulan gambar-gambar makanan dilakukan dengan mengambil gambar-gambar makanan lokal NTT dari google dengan memperhatikan kualitas citra. Dalam pengumpulan data citra ini peneliti berhasil mengumpulkan 17 jenis makanan lokal NTT yaitu Aka Bilan atau Putak, Ikan Kuah Asam, Jagung Katemak, Jagung Titi, Ka’pu Pantunu, Kolo, Kompiang, Kue Rambut, Manggulu, Pelepah Manuk, Rumpu Rampe, Sambal Lu’at, Sambal Teri, Se’i Babi, Se’i Sapi, Jagung Bose, dan Ikan Lawar. Selanjutnya dilakukan anotasi citra menggunakan

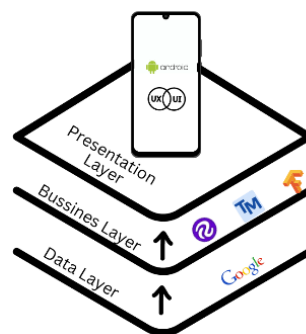
webtool Roboflow, sehingga menghasilkan tiga folder citra makanan yaitu folder *train* yang berisi 70-80% dari total data yang digunakan untuk melatih model sehingga bisa mengenali pola dan membuat prediksi, folder *validation* yang berisi 10-20% dari data yang digunakan untuk menguji model selama proses pelatihan guna membantu menyesuaikan *hyperparameters* serta mencegah *overfitting*, dan folder *test* yang berisi sekitar 10% dari dataset yang digunakan untuk mengevaluasi kinerja akhir model setelah pelatihan selesai.

Gambaran mengenai tahap-tahap penelitian dilaksanakan menggunakan sebuah *flowchart* yang disajikan pada gambar 1.



Gambar 1. *Flowchart*

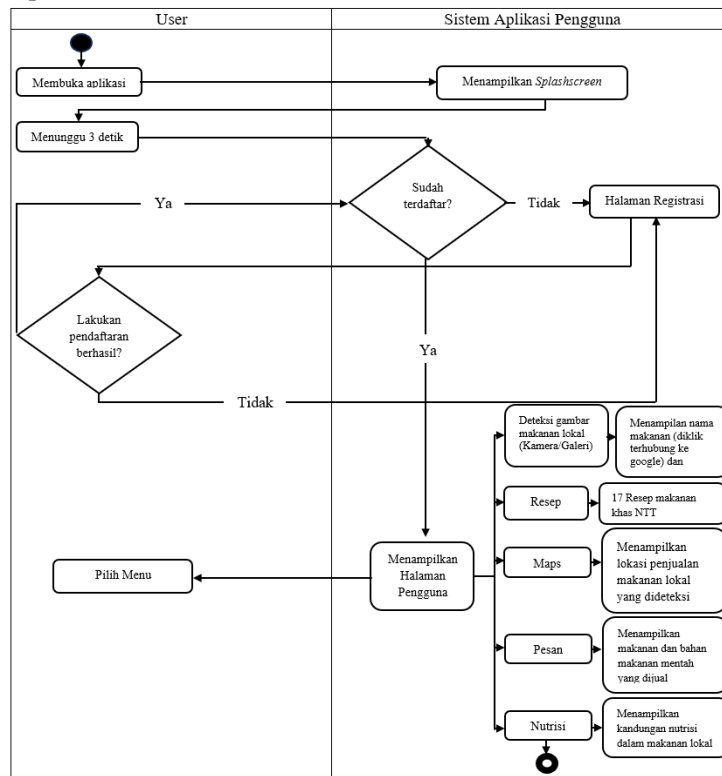
Pelatihan model citra menggunakan *webtool Teachable Machine* untuk memperoleh folder *Tensorflow Lite*, yang mana folder ini merupakan *library Machine learning* yang dirancang dengan 3 lapisan arsitektur yang terdiri dari *data layer*, *business layer*, dan *presentation layer* sehingga mendapatkan luaran aplikasi mobile [6]. Arsitektur aplikasi ditunjukkan pada Gambar 2.



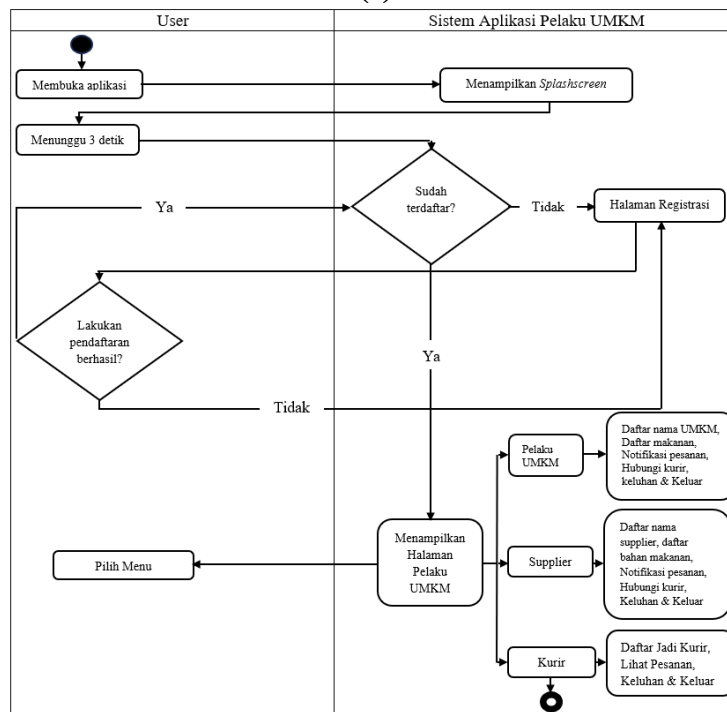
Gambar 2. Arsitektur aplikasi

Design Aplikasi

Alur proses kerja sistem dapat dibagi menjadi dua yaitu pengguna dan pelaku UMKM. Activity Diagram dapat dilihat pada Gambar 3.



(a)



(b)

Gambar 3. a) Activity diagram pengguna, b) Activity diagram pelaku UMKM

Implementasi AI dalam Aplikasi

Proses implementasi AI dalam aplikasi ini dimulai dengan mengumpulkan gambar sebanyak 17 jenis makanan lokal NTT, memastikan setiap jenis makanan terwakili dengan baik. Gambar-gambar ini kemudian dianotasi menggunakan *Roboflow* untuk memisahkan ke dalam tiga folder: *train*, *test* dan *validation* [7]. Dalam proses anotasi, ukuran semua gambar diseragamkan menjadi 224x224 piksel sesuai standar yang digunakan oleh *Teachable Machine* untuk melatih model AI [8]. Proses pelatihan dilakukan dengan menggunakan 100 *epoch*, *batch size* sebesar 32, dan *learning rate* sebesar 0.001. Model AI ini masuk dalam kategori *deep learning*, khususnya *image classification*, yang bertujuan untuk mengenali dan mengklasifikasi jenis-jenis makanan lokal dengan parameter-parameter ini untuk memastikan akurasi yang optimal. Setelah proses pelatihan selesai, model diekspor dalam format *Tensorflow Lite* agar dapat digunakan dalam aplikasi mobile [9]. Model *Tensorflow Lite* ini kemudian diintegrasikan ke dalam aplikasi yang dikembangkan menggunakan Android Studio dan bahasa pemrograman Java, memungkinkan pengguna untuk mengambil atau mengunggah gambar makanan yang kemudian diklasifikasi secara *real-time* oleh model AI.

Implementasi Maps dalam Aplikasi

Fitur peta (*maps*) ini diimplementasikan untuk membantu pengguna menemukan lokasi penjual makanan lokal dengan mudah. Ketika pengguna mengklik tombol peta, aplikasi mengambil nama masakan dari tampilan hasil dan membuat string untuk pencarian di *Google Maps*. String ini menggunakan ‘geo:0,0?q=’ yang memungkinkan pencarian berdasarkan nama masakan yang ditampilkan dan menambah kata kunci “tempat jual” untuk menemukan lokasi yang relevan.

Database Aplikasi

Aplikasi ini menggunakan Firebase untuk manajemen data dan autentikasi. *Firebase Authentication* mengelolah login dan pendaftaran pengguna dengan aman, mendukung berbagai metode autentikasi seperti email dan katasandi. *Firebase Firestore* berfungsi sebagai basis data NoSQL yang menyimpan data aplikasi secara real-time [10] dalam hal ini data pengguna dan informasi makanan. *Firebase Storage* digunakan untuk menyimpan dan mengelolah file, seperti gambar makanan, yang dihubungkan dengan data di Firestore.

Kalibrasi dan Uji Kinerja Model AI

Dalam proses kalibrasi aplikasi, pendekatan utama yang digunakan adalah mengumpulkan dan menganalisis umpan balik dari pengguna. Setelah aplikasi dibuat, pengguna diminta untuk memberikan feedback mengenai akurasi dan kinerja fitur klasifikasi gambar. Umpan balik ini digunakan untuk mengidentifikasi area yang memerlukan perbaikan, seperti kesalahan klasifikasi atau masalah antarmuka pengguna. Berdasarkan informasi yang diperoleh, penyesuaian dan pembaruan dilakukan pada aplikasi untuk meningkatkan akurasi klasifikasi dan pengalaman pengguna secara keseluruhan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tampilan Aplikasi

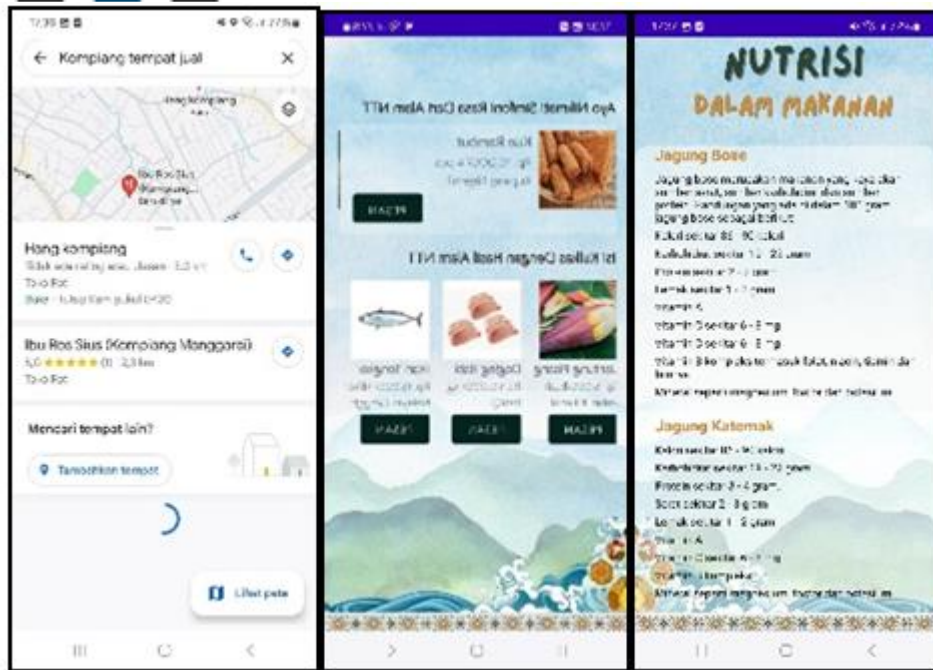
Tampilan aplikasi yang dirancang dengan tiga bagian utama, masing-masing ditunjukkan untuk kebutuhan pengguna yang berbeda. Tampilan awal, yang ditunjukkan pada Gambar 4, mencakup elemen-elemen penting seperti *splashscreen*, serta antarmuka pendaftaran dan login untuk pengguna baru. Tampilan pengguna, sebagaimana ditunjukkan pada gambar 5, menyediakan berbagai fitur termasuk menu utama, deteksi gambar makanan, resep, peta lokasi penjual, pemesanan dan informasi nutrisi makanan. Tampilan pelaku UMKM, yang ditunjukkan pada Gambar 6, dirancang untuk mendukung pelaku usaha dengan fitur menu yang meliputi pengelolaan UMKM, suplier, dan kurir. Fitur-fitur yang disediakan ini dibuat agar dapat memenuhi berbagai kebutuhan pengguna dengan antarmuka yang intuitif dan fungsional.



(a) (b) (c)
Gambar 4. a) *Splashscreen*, b) Register, c) Login



(a) (b) (c)

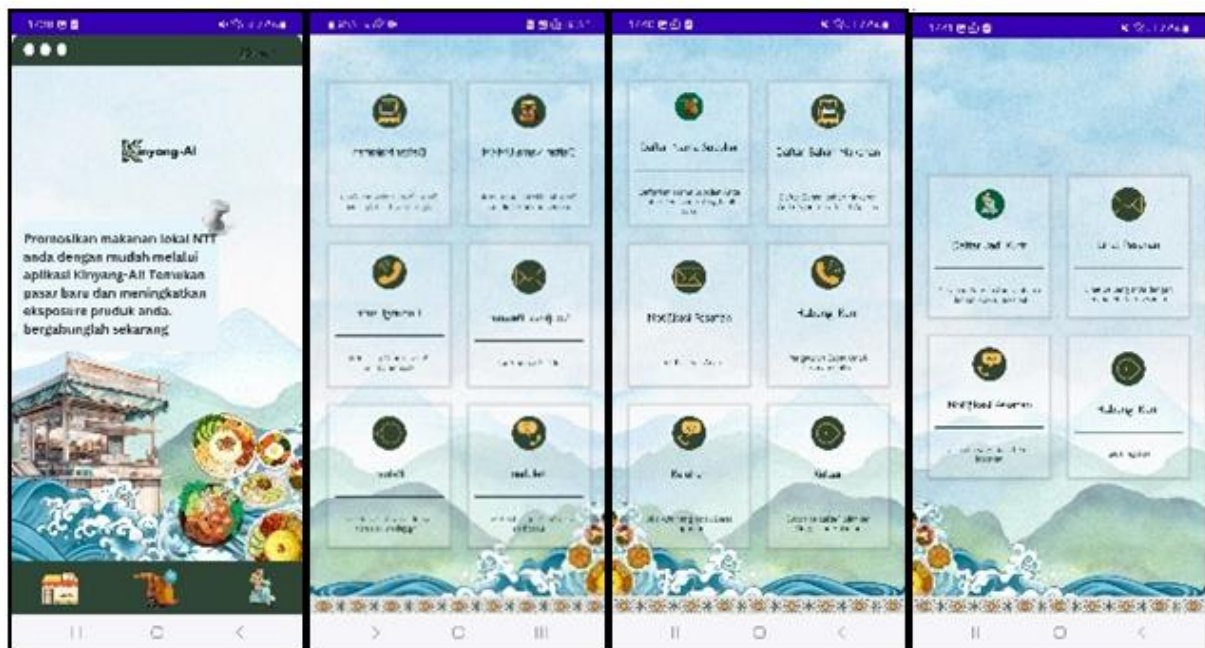


(d)

(e)

(f)

Gambar 5. Tampilan pengguna : (a) Menu, b) Deteksi Gambar, c) Resep, d) Maps, e) Pesan, f) Nutrisi Dalam Makanan



(a)

(b)

(c)

(d)

Gambar 6. Pelaku UMKM : a) Menu, b) UMKM, c) Supplier, d) Kurir

Uji Coba Kinerja AI

Uji coba kinerja model AI dilakukan dengan menggunakan gambar-gambar yang berbeda dari 17 jenis makanan lokal NTT yang telah dimasukkan ke dalam data pelatihan. Hasil uji coba yang ditunjukkan pada Tabel 1 memperlihatkan bahwa model AI *image classification* yang digunakan mampu mengklasifikasikan nama makanan dengan akurasi tinggi ketika gambar yang diuji hanya mengandung satu jenis makanan. Dalam kondisi ini, Model secara konsisten memberikan hasil klasifikasi yang tepat, menunjukkan efektivitasnya dalam mengenali jenis makanan secara individual. Namun, ketika gambar yang diuji mengandung beberapa jenis makanan sekaligus, model AI akan menampilkan hasil klasifikasi yang tidak tepat. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 7.

Tabel 1. Hasil Pengujian

Gambar Makanan yang dilatih	Hasil Uji menggunakan Kamera	Probabilitas
		Probabilitas : AKA BILAN/PUTAK: 64.5% IKAN KUAH ASAM: 0.0% JAGUNG KATEMAK: 0.0% JAGUNG TITI: 34.5% KAPU PANTUNU: 0.0% KOLO: 0.0% KOMPIANG: 0.1% KUE RAMBUT: 0.0% MANGGULU: 0.0% PELEPAH MANUK: 0.0% RUMPU RAMPE: 0.0% SAMBAL LU'AT: 0.0% SAMBAL TERI: 0.0% SETI SARI: 0.0% JAGUNG BOSE: 0.0% IRAN LAWAR: 0.0%
		Probabilitas : AKA BILAN/PUTAK: 2.3% IKAN KUAH ASAM: 81.7% JAGUNG KATEMAK: 0.0% JAGUNG TITI: 0.1% KAPU PANTUNU: 0.0% KOLO: 0.0% KOMPIANG: 0.0% KUE RAMBUT: 0.0% MANGGULU: 0.0% PELEPAH MANUK: 0.0% RUMPU RAMPE: 0.0% SAMBAL LU'AT: 0.0% SAMBAL TERI: 0.0% SETI SARI: 0.0% JAGUNG BOSE: 15.7% IRAN LAWAR: 0.0%
		Probabilitas : AKA BILAN/PUTAK: 0.3% IKAN KUAH ASAM: 0.0% JAGUNG KATEMAK: 0.0% JAGUNG TITI: 7.6% KAPU PANTUNU: 0.1% KOLO: 0.0% KOMPIANG: 1.3% KUE RAMBUT: 0.1% MANGGULU: 0.1% PELEPAH MANUK: 0.2% RUMPU RAMPE: 0.2% SAMBAL LU'AT: 0.2% SAMBAL TERI: 78.0% SETI SARI: 0.0% JAGUNG BOSE: 2.0% IRAN LAWAR: 0.0%
		Probabilitas : AKA BILAN/PUTAK: 0.0% IKAN KUAH ASAM: 0.0% JAGUNG KATEMAK: 0.0% JAGUNG TITI: 15.4% KAPU PANTUNU: 4.2% KOLO: 0.7% KOMPIANG: 0.1% KUE RAMBUT: 0.1% MANGGULU: 0.0% PELEPAH MANUK: 0.0% RUMPU RAMPE: 0.0% SAMBAL LU'AT: 0.0% SAMBAL TERI: 0.0% SETI SARI: 52.3% JAGUNG BOSE: 26.4% IRAN LAWAR: 0.3%
		Probabilitas : AKA BILAN/PUTAK: 0.0% IKAN KUAH ASAM: 0.0% JAGUNG KATEMAK: 0.1% JAGUNG TITI: 0.0% KAPU PANTUNU: 0.0% KOLO: 0.8% KOMPIANG: 98.7% KUE RAMBUT: 0.0% MANGGULU: 0.0% PELEPAH MANUK: 0.0% RUMPU RAMPE: 0.0% SAMBAL LU'AT: 0.0% SAMBAL TERI: 0.0% SETI SARI: 0.0% JAGUNG BOSE: 0.4% IRAN LAWAR: 0.0%



Gambar 7. Pengujian gambar dengan beberapa jenis makanan sekaligus

Dari hasil pengujian menunjukkan model AI *image classification* yang dilatih menggunakan *Teachable Machine* memiliki keterbatasan dalam mengenali objek dalam gambar multi objek, terutama jika objek tersebut tidak termasuk dalam data pelatihan. Kemiripan visual antara nasi dan jagung titi menyebabkan salah klasifikasi dengan probabilitas tinggi. Hal ini menunjukkan pentingnya memiliki dataset yang lebih lengkap dan beragam serta melatih model dengan gambar multi objek untuk meningkatkan akurasi.

Hasil Uji Coba Fitur Maps

Pengujian fitur Maps menunjukkan bahwa aplikasi dapat dengan akurat membuka Google Maps dan mencari lokasi berdasarkan nama makanan yang dikenali. Fitur ini bekerja dengan baik untuk makanan-makanan yang populer dan memiliki banyak penjual terdaftar di Google Maps. Namun, terdapat beberapa kendala ketika mencoba menemukan lokasi untuk makanan yang kurang populer atau tidak banyak tersedia informasinya di Google Maps.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Aplikasi Kinyang-AI berhasil mengklasifikasikan gambar makanan lokal NTT dengan akurasi tinggi saat gambar hanya mengandung satu jenis makanan. Namun, model mengalami kesulitan dalam mengklasifikasikan gambar yang berisi beberapa jenis makanan secara bersamaan, terutama ketika jenis makanan tersebut tidak ada dalam data pelatihan. Fitur Maps dalam aplikasi, yang terintegrasi dengan Google Maps, efektif dalam membantu pengguna menemukan lokasi penjual makanan lokal namun perlu peningkatan dalam hal akurasi lokasi untuk makanan yang kurang populer.

Saran

Disarankan untuk memperluas dataset pelatihan, mengoptimalkan model untuk deteksi multi-objek, memperbaiki fitur Maps dengan menambahkan database lokal, serta meningkatkan antarmuka pengguna dan melakukan uji coba lapangan lebih luas. Dengan langkah-langkah ini, aplikasi dapat meningkatkan akurasi dan manfaat bagi pengguna serta UMKM makanan lokal di NTT.

DAFTAR PUSTAKA

- 1 Ferguson PP. 2010. Culinary Nationalism. Univ. Calif. Press. **10**(1): 102.
- 2 BPS. 2023. Profil industri mikro dan kecil 2022. Badan Pus. Stat. **13**: 258.
- 3 Alvi F. 2024. Image Classification in 2024: Insights and Advances. OpenCV team. <https://opencv.org/blog/image-classification/>.
- 4 Hurdawaty R, Joostensz CJ. 2017. Potensi Makanan Tradisional Yang Berbasis Masyarakat Sebagai Daya Tarik. (February 2017).
- 5 Rohim A, Sari YA, Tibyani. 2019. Convolution Neural Network (CNN) Untuk Pengklasifikasian Citra Makanan Tradisional. J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput. **3**(7): 7038.
- 6 Setiawan R, Prakisy NPT, Ariyuana R. 2023. Rekayasa Perangkat Lunak Aplikasi Presensi Mobile Menggunakan Metode Deep Learning. J. Ilm. Pendidik. Tek. dan Kejuru. **17**(1): 36.
- 7 Roboflow. Roboflow Annotate. <https://roboflow.com/annotate>.
- 8 Baihaqi MB, Litanianda Y, Triyanto A. 2022. Implementasi Tensor Flow Lite Pada Teachable Untuk Identifikasi Tanaman Aglonema Berbasis Android. Komputek. **6**(1): 70.
- 9 Abadi M, Agarwal A, Barham P, Brevdo E, Chen Z. 2022. ML for Mobile and Edge Device - Tensorflow Lite. (Natbais, 2024). <https://www.tensorflow.org/lite/guide?hl=idw.tensorflow.org/>.
- 10 Nugraha KA. 2022. Basis Data Awan Non-Relasional Firestore untuk Penyimpanan Data Pesan. J. Edukasi dan Penelit. Inform. **8**(3): 572.