

**ANALISIS PERUBAHAN TUTUPAN DAN KERAPATAN MANGROVE
MENGUNAKAN PENGINDERAAN JAUH DI PESISIR TIMUR,
KABUPATEN LAMPUNG SELATAN**

SKRIPSI

Oleh

**RAJA ADIL
NPM 1814221029**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

**ANALISIS PERUBAHAN TUTUPAN DAN KERAPATAN MANGROVE
MENGUNAKAN PENGINDERAAN JAUH DI PESISIR TIMUR,
KABUPATEN LAMPUNG SELATAN**

Oleh

RAJA ADIL

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar
SARJANA SAINS**

Pada

**Jurusan Perikanan dan Kelautan
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

ABSTRAK

ANALISIS PERUBAHAN TUTUPAN DAN KERAPATAN MANGROVE MENGUNAKAN PENGINDERAAN JAUH DI PESISIR TIMUR, KABUPATEN LAMPUNG SELATAN

Oleh

Raja Adil

Kawasan mangrove merupakan salah satu objek alam yang mempunyai peranan penting di daerah pesisir, sehingga perlu dilakukan upaya untuk mempertahankan fungsi ekologis mangrove sebagai pengendali kerusakan lingkungan di kawasan pesisir. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perubahan tutupan dan kerapatan mangrove di Pesisir Timur Kabupaten Lampung Selatan, selama periode 1998 hingga 2024 dengan memanfaatkan teknologi penginderaan jauh. Data yang digunakan berupa citra satelit Landsat 5, 7, 8, dan 9 yang diperoleh dari USGS, kemudian diolah menggunakan perangkat lunak ArcGIS 10.8 melalui metode klasifikasi terbimbing (supervised classification) dan perhitungan indeks vegetasi NDVI (Normalized Difference Vegetation Index). Validasi hasil klasifikasi dilakukan melalui survei lapangan (ground check) yang tersebar di Kecamatan Sragi dan Ketapang. Hasil penelitian menunjukkan adanya perubahan signifikan pada tutupan lahan mangrove, dengan tren penurunan luasan pada tahun-tahun awal akibat alih fungsi lahan menjadi tambak dan permukiman, serta peningkatan kembali pada tahun-tahun terakhir berkat adanya upaya rehabilitasi mangrove. Kerapatan vegetasi juga mengalami fluktuasi, dengan kategori kerapatan tinggi, sedang, dan rendah yang terdistribusi secara tidak merata. Tingkat akurasi interpretasi citra mencapai 87,5%, menunjukkan kesesuaian yang cukup tinggi antara data penginderaan jauh dan kondisi lapangan.

Kata kunci: Kerapatan Vegetasi, Mangrove, NDVI, Penginderaan Jauh.

ABSTRACT

ANALYSIS OF CHANGES IN MANGROVE COVER AND DENSITY USING REMOTE SENSING ON THE EAST COAST, SOUTH LAMPUNG DISTRICT

By

Raja Adil

The mangrove ecosystem is a vital natural feature in coastal areas, playing a crucial role in maintaining ecological balance and preventing environmental degradation. Therefore, efforts are needed to preserve the ecological functions of mangroves as a natural defense against coastal environmental damage. This study aims to analyze changes in mangrove cover and density along the eastern coast of South Lampung Regency from 1998 to 2024 using remote sensing technology. The data used in this study includes Landsat 5, 7, 8, and 9 satellite imagery obtained from the USGS, which were processed using ArcGIS 10.8 software through supervised classification and the calculation of the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI). Classification results were validated through ground checks conducted in Sragi and Ketapang subdistricts. The results of the study indicate significant changes in mangrove land cover, with a decreasing trend in the early years due to land conversion into aquaculture ponds and settlements, followed by an increase in recent years as a result of mangrove rehabilitation efforts. Vegetation density also fluctuated, with high, medium, and low-density categories unevenly distributed across the study area. The image interpretation accuracy reached 87.5%, indicating a high level of agreement between remote sensing data and field conditions.

Keywords: Vegetation Density, Mangrove, NDVI, Remote Sensing.

Judul skripsi

: ANALISIS PERUBAHAN TUTUPAN DAN
KERAPATAN MANGROVE MENGGUNAKAN
PENGINDERAAN JAUH DI PESISIR TIMUR,
KABUPATEN LAMPUNG SELATAN

Nama Mahasiswa

: Raja Adil

Nomor Pokok Mahasiswa

: 1814221029

Program Studi

: Ilmu Kelautan

Fakultas

: Pertanian



Dr. Henky Mayaguezz, S.Pi, M.T.
NIP. 19750515 200212 1 007

Eko Efendi, S.T., M.Si.
NIP. 19780329 200312 1 001

2. Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan

Munti Sarida, S.Pi., M.Sc., Ph.D.
NIP 19830923 200604 2 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua

: Dr. Henky Mayaguezz, S.Pi., M.T.

Sekretaris

: Eko Efendi, S.T., M.Si.

Penguji Bukan Pembimbing : Dr. Moh. Muhaemin, S.Pi., M.Si.

2. Dekan Fakultas Pertanian



Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.

NIP. 196411 18198902 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 14 Mei 2025

PERNYATAAN

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Skripsi ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik sarjana baik di Universitas Lampung maupun perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan Tim Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan naskah, dengan naskah disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini serta sanksi lainnya sesuai norma yang berlaku di perguruan tinggi ini.

Bandar Lampung, 14 Mei 2025

Yang membuat pernyataan



RAJA ADIL

NPM. 1814221029

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan pada tanggal 30 Mei 2000 di Kota Metro, sebagai anak pertama dari pasangan Bapak Muhammad Kasdar dan Ibu Romlah Kohar. Penulis menyelesaikan pendidikan formal di Sekolah Dasar Swasta Al-Azhar (2006-2012), Sekolah Menengah Pertama Swasta Al-Kautsar (2012-2015), Sekolah Menengah Atas Swasta YP Unila (2015-2018). Penulis melanjutkan pendidikan di Perguruan Tinggi sebagai mahasiswa Program Studi Ilmu Kelautan, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur SBMPTN.

Semasa menjadi mahasiswa, penulis pernah mengikuti organisasi kemahasiswaan Himpunan Mahasiswa Perikanan dan Kelautan (Himapik) dan Badan Eksekutif Mahasiswa Fakultas Pertanian Pertanian (BEM FP) sebagai sekretaris departemen aksi propaganda. Penulis pernah mengikuti kegiatan organisasi kemahasiswaan seperti bina desa dan kegiatan kaderisasi. Penulis melaksanakan kuliah kerja nyata (KKN) di Kelurahan Kampung Baru, Kota Bandar Lampung. Penulis pernah mengikuti kegiatan Praktik Umum (PU) di Pantai Goa Cemara, Bantul, Yogyakarta.

SANWACANA

Puji syukur penulis ucapkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat dan *hidayah-Nya* skripsi ini dapat diselesaikan

Skripsi dengan judul “*Analisis Perubahan Tutupan dan Kerapatan Mangrove Menggunakan Penginderaan Jauh di Pesisir Timur, Kabupaten Lampung Selatan*” adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana perikanan di Universitas Lampung.

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P. selaku Dekan FP Unila;
2. Munti Sarida, S.Pi., M.Sc., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan;
3. Dr. Henky Mayaguezz, S.Pi., M.T. selaku Dosen Pembimbing Utama;
4. Eko Efendi, S.T., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Pembantu/Sekretaris;
5. Dr. Moh. Mohaemin, S.Pi., M.Si. selaku Penguji Utama;
6. Kedua orang tua Bapak Muhammad Kasdar dan Ibu Romlah Kohar
7. Mahasiswi Ilmu Tanah Raquita Gumalau Putri TR

Bandar Lampung, Juni 2025

Raja Adil

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR GAMBAR.....	v
DAFTAR LAMPIRAN	vi
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Kerangka Pikir Penelitian	3
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1. Mangrove	6
2.2. Penginderaan Jauh.....	7
2.3. Citra Landsat	9
2.4. Metode Klasifikasi Citra	11
2.5. Penginderaan Jauh untuk Monitoring Mangrove.....	13
2.6. Sistem Informasi Geografis (SIG)	14
III. METODE PENELITIAN	16
3.1. Waktu dan Tempat	16
3.2. Bahan dan Alat.....	17
3.3. Sumber Data.....	17
3.4. Analisis Data	18
3.4.1. Pengelolaan Data Citra Satelit	18
3.4.2. Pengambilan Data Lapangan.....	20
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	21
4.1. Gambaran Umum Lokasi	21
4.2. Pengecekan Lapangan (<i>Ground Check</i>).....	22
4.2.1. Tingkat Kebenaran Interpretasi	23
4.2.2. Kerapatan dan Jenis Mangrove	25
4.3. Analisis Perubahan Tutupan Mangrove	31
4.3.1. Klasifikasi Tutupan Lahan Pesisir Timur Lampung Selatan	32
4.3.2. Peta Kerapatan Lahan Mangrove Tahun 1998, 2003, 2013, 2018, 2023, dan 2024.	53
4.3.3. Peta Kerapatan Lahan Mangrove Tahun 2013, 2018, 2023, dan 2024.....	59

V. SIMPULAN DAN SARAN	67
5.1. Simpulan	67
5.2. Saran.....	67
DAFTAR PUSTAKA	68
LAMPIRAN.....	74

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Karakteristik Band pada Landsat 5	10
2. Karakteristik Band pada Landsat 8	11
3. Bahan penelitian.....	17
4. Alat penelitian	17
5. Tanggal pengambilan citra satelit	18
6. Kelas tingkat kerapatan berdasarkan nilai indeks NDVI	20
7. Titik koordinat <i>ground check</i>	22
8. Kebenaran interpretasi citra	24
9. Kerapatan dan jenis mangrove	25
10. Luas tutupan lahan tahun 1998-2024	53
11. Luasan tutupan dan kerapatan lahan mangrove pesisir timur Kabupaten Lampung Selatan tahun 1998, 2003, 2008, 2013, 2018, 2023, dan 2024.....	54

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka Pikir Penelitian	5
2. Proses penginderaan jauh.....	8
3. Reflektansi vegetasi	14
4. Komponen SIG	15
5. Peta lokasi penelitian.....	16
6. Batas wilayah Kecamatan Sragi dan Kecamatan Ketapang.....	22
7. Titik ground check penelitian.....	23
8. Kerapatan dan jenis mangrove stasiun 1.....	26
9. Kerapatan dan jenis mangrove stasiun 2.....	27
10. Kerapatan dan jenis mangrove stasiun 3.....	28
11. Peta klasifikasi pesisir timur Lampung Selatan 1998	34
12. Peta klasifikasi pesisir timur Lampung Selatan 2003	37
13. Peta klasifikasi pesisir timur Lampung Selatan 2008	40
14. Peta klasifikasi pesisir timur Lampung Selatan 2013	43
15. Peta klasifikasi pesisir timur Lampung Selatan 2018	46
16. Peta klasifikasi pesisir timur Lampung Selatan 2023	48
17. Peta klasifikasi pesisir timur Lampung Selatan 2024	51
18. Peta area mangrove tahun 1998	55
19. Peta area mangrove tahun 2003	56
20. Peta area mangrove tahun 2008	57
21. Peta area mangrove tahun 2013	60
22. Peta area mangrove tahun 2018	61
23. Peta area mangrove tahun 2023	62
24. Peta area mangrove tahun 2024	63

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Citra landsat 5 (1998 dan 2003).....	74
2. Citra landsat 7 (2008) dan landsat 8 (2013 dan 2018)	75
3. Citra landsat 9 (2023 dan 2024).....	76

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Ekosistem mangrove sering disebutkan sebagai hutan payau atau hutan bakau. Ekosistem mangrove merupakan tipe hutan daerah tropis yang khas tumbuh di sepanjang pantai atau muara sungai yang masih dipengaruhi oleh pasang surut air laut. Ekosistem mangrove banyak dijumpai di wilayah pesisir yang terlindungi dari gempuran ombak. Pengertian ekosistem mangrove secara umum adalah merupakan komunitas vegetasi pantai tropis yang didominasi oleh beberapa jenis pohon mangrove yang tumbuh dan berkembang pada daerah pasang surut pantai berlumpur (Bengen, 2000).

Ekosistem mangrove bersifat dinamis dan mangrove juga berada di wilayah intertidal. Wilayah intertidal merupakan wilayah yang berinteraksi langsung dengan perairan laut, payau, sungai, dan terrestrial. Mangrove hidup di wilayah intertidal membuat ekosistem mangrove ini memiliki keanekaragaman yang tinggi baik flora maupun fauna. Faktor lingkungan dapat merubah ekosistem mangrove serta keanekaragamannya. Mangrove dapat membentuk distribusi vegetasi dimulai dari laut hingga arah daratan yang dapat disebut zonasi mangrove. Keanekaragaman mangrove dapat terjadi kerna lingkungan dan campur tangan manusia.

Kawasan mangrove merupakan salah satu objek alam yang mempunyai peranan penting di daerah pesisir. Dengan peranannya tersebut, maka perlu dilakukan upaya untuk mempertahankan fungsi ekologis mangrove sebagai pengendali kerusakan lingkungan di kawasan pesisir. Akan tetapi sulit dicapai dan dilalui karena luasannya yang besar dan struktur komunitasnya yang kompleks. Sistem penginderaan jauh menawarkan metode dengan berbagai keunggulan diantaranya biaya yang murah dan dalam memetakan luas vegetasi mangrove dapat diperoleh sesuai dengan kebutuhan (Prasetyo *et al.*, 2019). Hal ini dilakukan sebagai langkah awal

untuk melihat penyebaran ekosistem mangrove pada suatu daerah, sehingga mempermudah dalam menentukan langkah berikutnya yang harus dilakukan untuk mempertahankan kondisi ekosistem mangrove yang baik.

Hutan mangrove dapat diidentifikasi dengan menggunakan teknologi penginderaan jauh, dimana letak geografi hutan mangrove yang berada pada daerah peralihan darat dan laut memberikan efek perekaman yang khas jika dibandingkan obyek vegetasi darat lainnya (Faizal & Amran, 2005). Dengan teknologi ini, nilai spektral pada citra satelit dapat diekstraksi menjadi informasi objek jenis mangrove pada kisaran spektrum tampak dan inframerah (Suwargana, 2008). Penggunaan teknologi penginderaan jarak jauh akan sangat efektif apabila diterapkan dalam melakukan pemantauan kondisi luasan suatu hutan mangrove.

Wilayah pesisir di pesisir timur Lampung merupakan wilayah yang potensial sebagai habitat mangrove. Beberapa kajian ilmiah tentang mangrove di wilayah ini telah dilakukan namun pada Pesisir Timur bagian Lampung Selatan belum memiliki kajian lebih lengkap. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perkembangan tutupan mangrove secara berkala yaitu dari tahun 1998, 2003, 2008, 2013, 2018, dan 2023. Penelitian menggunakan sistem penginderaan jarak jauh dan uji validasi. Pengecekan dilakukan perlima tahun sekali agar mengetahui kesehatan serta tutupan mangrove di wilayah pesisir timur, karena wilayah ini berfungsi sebagai kawasan budidaya tambak dan pemukiman warga.

Pada penelitian Tarigan *et al.* (2022) menyatakan bahwa Pesisir Timur Provinsi Lampung mengalami perubahan yang besar akibat kegiatan masyarakat pesisir ataupun terjadi karena proses alam. Kegiatan masyarakat di sepanjang Pantai Timur Kabupaten Lampung Selatan berkaitan dengan pembukaan tambak sehingga berpotensi mengakibatkan pengurangan tutupan mangrove. Penurunan dan perubahan kawasan hutan mangrove menjadi lahan tambak menimbulkan pengaruh terhadap proses alam yang terjadi disepanjang Pantai Timur Kabupaten Lampung Selatan sehingga akan menimbulkan ketidakstabilan pantai. Oleh sebab itu, untuk mengetahui dinamika perubahan tutupan lahan dan kerapatan mangrove di pesisir

timur kabupaten Lampung Selatan diperlukan pemetaan melalui sistem penginderaan jarak jauh.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana perubahan tutupan mangrove dengan menggunakan penginderaan jauh pada Pesisir Timur, Kabupaten Lampung Selatan?
2. Bagaimana perubahan kerapatan mangrove pada Pesisir Timur, Kabupaten Lampung Selatan?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian sebagai berikut:

1. Menganalisis dan memetakan perubahan tutupan lahan mangrove di Pesisir Timur, Lampung Selatan.
2. Menganalisis perubahan kerapatan di Pesisir Timur, Kabupaten Lampung Selatan.

1.4. Kerangka Pikir Penelitian

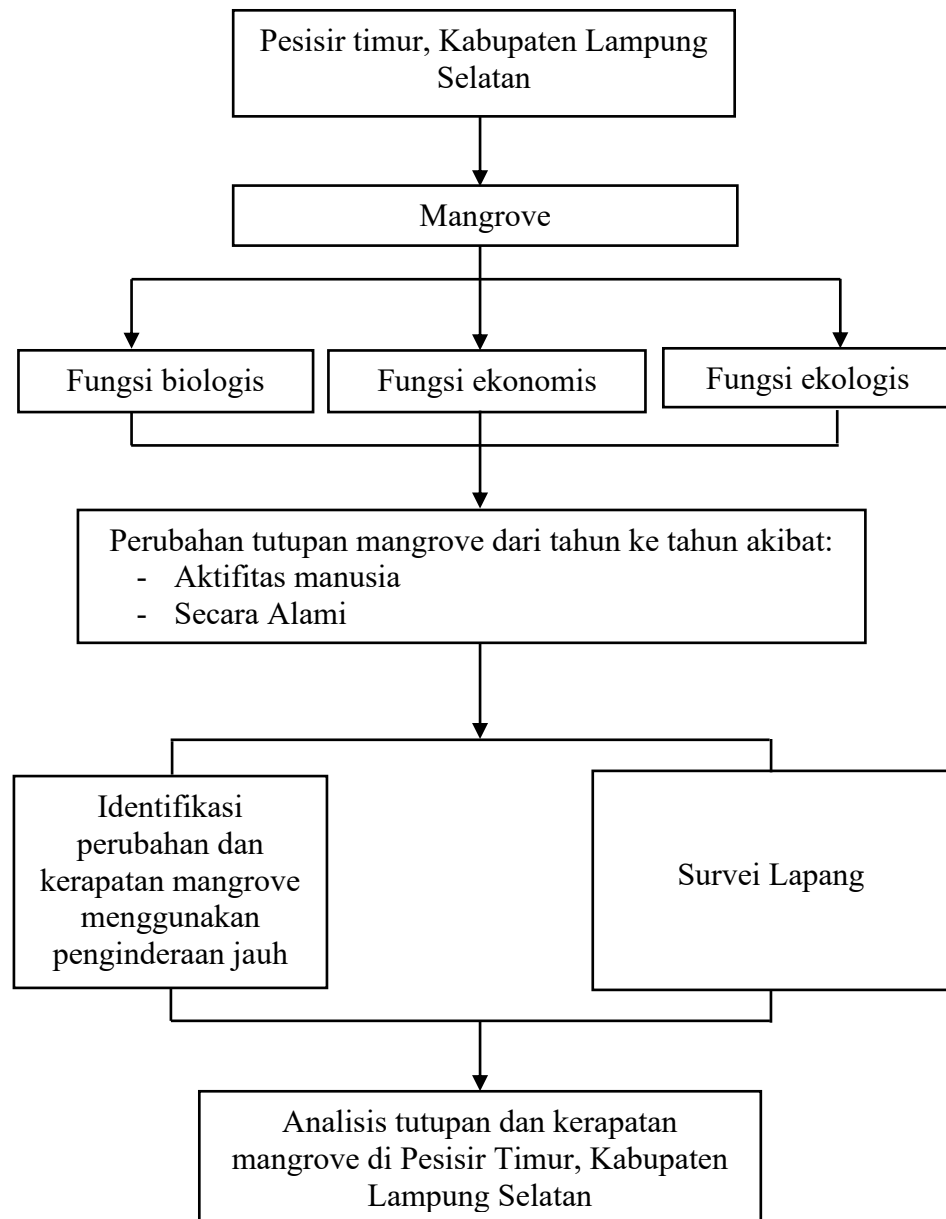
Wilayah pesisir Provinsi Lampung merupakan pertemuan antara Laut Jawa dan Sumudera Hindia (laut) dengan pegunungan Bukit Barisan (darat). Pesisir Barat dan Pesisir Timur memiliki perbedaan karakteristik sesuai dengan lokasi geografisnya. Pantai Barat merupakan jalur wilayah pesisir yang sempit, berlereng hingga terjal, sedangkan Pantai Timur merupakan hamparan peneplain atau dataran pantai yang landai (Tarigan *et al.*, 2020).

Wilayah pesisir sangat erat kaitannya dengan ekosistem mangrove. Ekosistem mangrove banyak dijumpai di wilayah pesisir yang merupakan tipe hutan daerah tropis yang khas tumbuh di sepanjang pantai atau muara sungai yang masih dipengaruhi oleh pasang surut air laut. (Bengen, 2000).

Hutan mangrove merupakan sumberdaya alam yang penting di lingkungan pesisir, dan memiliki tiga fungsi utama yaitu fisik, biologis dan ekonomis. Fungsi fisik hutan mangrove adalah sebagai penahan angin, penyaring bahan pencemar, penahan ombak, pengendali banjir dan pencegah intrusi air laut ke daratan. Fungsi biologis sebagai daerah pemijahan, asuhan, dan mencari makan bagi ikan dan biota laut lainnya. Fungsi ekonomis sebagai penghasil kayu, bahan makanan dan obat-obatan (Krismono & Pranowo, 2019). Namun ekosistem mangrove dapat terganggu karena adanya aktivitas manusia dan secara alami yang mengakibatkan ekosistem mangrove mengalami pemerosotan.

Kerusakan yang terjadi akibat ulah manusia disebabkan oleh aktifitas manusia di sekitar kawasan hutan mangrove yang berakibat pada perubahan karakteristik fisik dan kimiawi disekitar habitat mangrove. Sedangkan kerusakan alami terjadi karena peristiwa alam seperti adanya angin topan atau badai dan iklim kering berkepanjangan yang menyebabkan akumulasi kadar garam dalam tanaman (Ario, 2015). Karena adanya permasalahan tersebut sehingga perlunya identifikasi perubahan dan kerapatan mangrove.

Hutan mangrove dapat diidentifikasi dengan menggunakan teknologi penginderaan jauh. Penginderaan jauh dapat diartikan sebagai teknologi untuk mengidentifikasi suatu obyek di permukaan bumi tanpa melalui kontak langsung dengan objek tersebut (Sawargana, 2008). Setelah identifikasi perubahan dan kerapatan mangrove menggunakan penginderaan jauh perlu juga dilakukannya survei lapang untuk memperoleh data pendukung dalam penelitian ini. Analisis yang dilakukan dalam penelitian ini adalah analisis tutupan dan kerapatan mangrove.



Gambar 1. Kerangka Pikir Penelitian.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Mangrove

Mangrove merupakan vegetasi yang tumbuh pada tanah berlumpur berada pada daerah pasang surut, pantai, dan sekitar muara sungai. Hutan mangrove adalah sumberdaya alam dan dapat dipulihkan pelayagunaannya sehingga dapat mencegah musnahnya sumber daya alam. Hutan mangrove dan hutan Pantai adalah jalur hijau daerah pantai mempunyai fungsi ekologis dan social ekonomi (Alwidakdo *et al.*, 2014). Potensi utama pesisir Indonesia yaitu ekosistem mangrove berperan dalam menyimpan kekayaan spesies dan menyediakan berbagai jenis ekosistem. Mangrove merupakan sebutan umum suatu varietas komunitas pantai tropis yang didominasi oleh beberapa spesies pepohonan khas dan semak-semak.

Hutan mangrove berfungsi sebagai pencegah intrusi air laut, sebagai kawasan penyangga dan melindungi garis pantai agar terhindar dari abrasi, sebagai daerah pemijah, mencari makan dan asuhan berbagai jenis ikan, udang dan biota laut lainnya. Kayu hutan mangrove dimanfaatkan sebagai bahan bangunan, daerahnya dijadikan lahan tambak dan lokasi pariwisata. Besarnya fungsi dan manfaat hutan mangrove tersebut memberikan konsekuensi bagi ekosistem mangrove itu sendiri, dimana semakin tinggi pembangunan ekonomi dan pertambahan penduduk akan mengakibatkan pemanfaatan sumberdaya alam secara berlebihan (Supardjo, 2008). Kerusakan-kerusakan kawasan mangrove perubahan sifat-sifat fisika dan kimia, meliputi suhu air, nutrisi, salinitas, hidrologi, sedimentasi, kekeruhan, substansi beracun, dan erosi tanah.

Perubahan sifat-sifat biologis, meliputi terjadinya perubahan spesies dominan, densitas, populasi, serta struktur tumbuhan dan binatang, perubahan keseimbangan ekologi, meliputi regenerasi, pertumbuhan, habitat dan rantai makanan,

baik pada ekosistem mangrove itu sendiri maupun pada daerah pantai yang bersebelahan (Arief, 2003). Hutan mangrove dunia mempunyai luasan sekitar 16.530.000 ha dan tersebar di asia sebanyak 7.441.00 ha. Indonesia mempunyai luas hutan mangrove sekitar 3.735.250 ha. Mangrove tumbuh dan berkembang diwilayah pesisir Lampung berasosiasi dengan terumbu karang. Ekosistem mangrove pada pesisir timur Lampung bermanfaat bagi fauna sekitarnya. Seiring berjalannya waktu hutan mangrove semakin berkurang dari waktu ke waktu. Luas hutan mangrove di Indonesia juga terus mengalami penurunan dari tahun 1980 sebanyak 4.200.000 ha menjadi 2.900.000 ha pada tahun 2005 (Dwiputra *et al.*, 2020).

2.2. Penginderaan Jauh

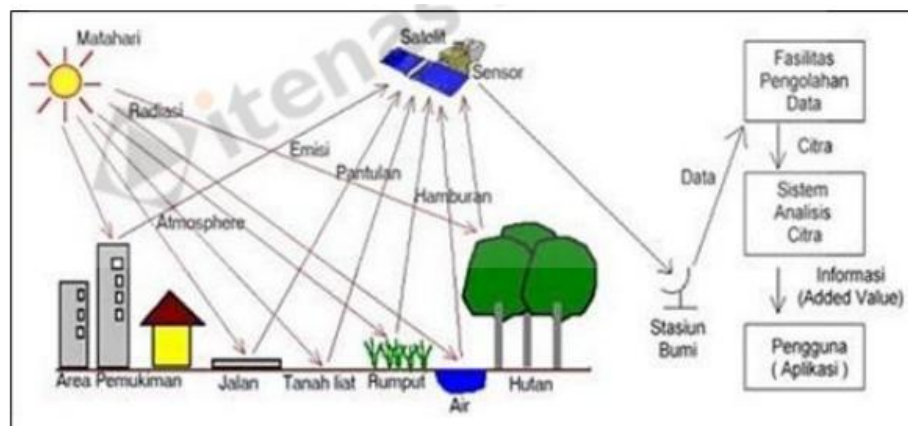
Penginderaan jauh adalah ilmu dan seni untuk mendapat informasi tentang suatu objek, daerah atau fenomena melalui analisis data yang diperoleh dengan menggunakan suatu alat tanpa kontak langsung dengan objek, daerah (fenomena) yang dikaji. Informasi yang diperoleh berupa radiasi gelombang elektromagnetik yang datang dari suatu objek dan diterima oleh sensor (Lillesand & Kiefer, 1979 *dalam* Handayani & Setiyadi, 2003).

Penginderaan jauh dapat diartikan sebagai teknologi untuk mengidentifikasi suatu obyek di permukaan bumi tanpa melalui kontak langsung dengan obyek tersebut. Saat ini teknologi penginderaan jauh berbasis satelit menjadi sangat populer dan digunakan untuk berbagai tujuan kegiatan, salah satunya untuk mengidentifikasi potensi sumber daya wilayah pesisir dan lautan. Hal ini disebabkan teknologi ini memiliki beberapa kelebihan, antara lain adalah harganya yang relatif murah dan mudah didapat, adanya resolusi temporal (perulangan) sehingga dapat digunakan untuk keperluan monitoring, cakupannya yang luas dan mampu menjangkau daerah yang terpencil, bentuk datanya digital sehingga dapat digunakan untuk berbagai keperluan dan ditampilkan sesuai keinginan (Sawargana, 2008).

Hal yang dapat dilakukan untuk memperoleh informasi tentang potensi sumber daya wilayah pesisir dan lautan dalam rangka untuk mengoptimalkan pengelolaan

wilayah tersebut (salah satunya adalah tutupan dan kerapatan mangrove) yaitu menggunakan teknologi penginderaan jauh dan Sistem Informasi Geografis (SIG). Informasi mengenai objek yang terdapat pada suatu lokasi di permukaan bumi diambil dengan menggunakan sensor satelit, kemudian sesuai dengan tujuan kegiatan yang akan dilakukan, informasi mengenai objek tersebut diolah, dianalisis, diinterpretasikan, dan disajikan dalam bentuk informasi spasial dan peta tematik tata ruang dengan menggunakan SIG (Mujiono, 2019).

Memproses data penginderaan jauh sangat bergantung pada energi gelombang elektromagnetik, karena sensor dalam penginderaan jauh membutuhkan energi gelombang elektromagnetik berupa pantulan cahaya sinar matahari dan bisa juga energi yang dipancarkan bumi. Pada penginderaan jauh, memerlukan kamera untuk menangkap pantulan sinar dari objek dapat disebut dengan satelit. Kamera yang terdapat dalam satelit, dapat berfungsi sebagai indra penglihatan yang dapat merekam terhadap permukaan bumi pada saat satelit tersebut beredar mengelilingi bumi sesuai dengan garis orbit atau edarnya. Sensor yang ada pada kamera akan mendeteksi informasi permukaan bumi melalui energi radiasi matahari yang dipantulkan oleh permukaan ke atas, data energi pantulan radiasi diolah menjadi gejala listrik dan data dikirim ke stasiun pengolahan satelit yang ada di bumi (Syah, 2010).



Gambar 2. Proses penginderaan jauh.
Sumber: Sutanto, 1994.

Dalam menganalisis tingkat kerapatan vegetasi di suatu wilayah dapat menggunakan teknologi sistem penginderaan jauh yaitu Sistem Informasi Geografis (SIG). Penginderaan jauh merupakan ilmu serta seni memperoleh informasi sebuah objek, menganalisis data tanpa kontak langsung dengan objek tersebut. Sampai saat ini teknologi yang paling mutakhir adalah penggunaan data informasi yang berasal dari foto udara karena memiliki resolusi yang tinggi dan sifat stereoskopisnya sangat baik. Pemanfaatan citra Landsat banyak digunakan dalam kegiatan survei dan penelitian seperti geologi, geomorfologi, hidrologi, tambang dan kehutanan (Hardianto *et al.*, 2021).

2.3. Citra Landsat

Citra landsat merupakan produk penginderaan jauh yang diluncurkan pada tahun 1972. Ketersediaan data citra satelit dalam bentuk berbeda telah menarik melimpahnya aplikasi untuk pemetaan penggunaan lahan dan penutup lahan. Keuntungan data satelit adalah tersedianya data spasial temporel dalam jumlah besar. Untuk tujuan pemetaan penggunaan lahan, satelit landsat 5 digunakan dalam penelitian ini diluncurkan pada tanggal 1 Maret 1984, Satelit Landsat 7 diluncurkan pada tanggal 15 April 1999, peluncuran dilakukan dengan menggunakan roket pengangkut DELTA II 7920. Bertempat di Pangkalan Angkatan Udara Amerika Serikat di Vandenberg, California, Amerika Serikat. Hasil kerja Satelit landsat (landsat 5 dan 7) berupa citra yang terdiri dari 8 saluran (band) pada landsat 7. Penggabungan saluran-saluran ini menghasilkan gambaran alami dari alam (natural colour). Penggabungan saluran-saluran ini membentuk citra yang baru (citra composit), yang merupakan kunci dalam mengidentifikasi objek dipermukaan bumi (Suwargana, 2008).

Pemilihan citra Landsat 5 dalam penelitian ini didasarkan pada kemampuannya merekam spektrum elektromagnetik yang relevan untuk mengidentifikasi tutupan vegetasi seperti mangrove. Salah satu keunggulan Landsat 5 terletak pada keberagaman band yang dimilikinya, yang memungkinkan analisis yang lebih mendalam terhadap berbagai kondisi penutup lahan. Setiap band memiliki panjang gelombang dan resolusi yang dirancang untuk mendeteksi karakteristik

tertentu di permukaan bumi, seperti perbedaan antara vegetasi sehat dan terganggu, badan air, hingga jenis lahan lainnya. Dalam konteks penelitian ini, kombinasi band dari Landsat 5 dimanfaatkan untuk menghasilkan komposit warna serta mendukung perhitungan NDVI guna mengidentifikasi tingkat kerapatan vegetasi mangrove. Informasi lengkap mengenai karakteristik setiap band pada Landsat 5 disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Band pada Landsat 5.

Band	Panjang gelombang (μm)	Spektral/ radiasi	Resoludi spatial (m)	Aplikasi
Band 1	0.45 - 0.52	<i>Blue</i>	30	Untuk diferensiasi tanah/tumbuhan, zona pesisir
Band 2	0.52 - 0.60	<i>Green</i>	30	Untuk lahan
Band 3	0.63 - 0.69	<i>Red</i>	30	Untuk diferensiasi spesies tumbuhan
Band 4	0.76 - 0.90	<i>Near-Infrared</i>	30	Untuk <i>biomass</i>
Band 5	1.55 - 1.75	<i>Near medium - infrared (menengah)</i>	30	Untuk diferensiasi salju/awan
Band 6	10.40 - 12.50	<i>Thermal Infrared</i>	60	Untuk olah data
Band 7	2.08 - 2.35	<i>Mid - Infrared</i>	30	Untuk <i>lithology</i>

Sumber: Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (2011).

Citra Landsat dirasa sangat cocok untuk penelitian ini karena sangat teliti dalam mengetahui tingkat kerapatan vegetasi (NDVI) pada wilayah penelitian. Dalam penelitian Purwanto (2015) menyatakan bahwa landsat 8 lebih cocok disebut sebagai satelit dengan misi melanjutkan landsat 7 dari pada disebut sebagai satelit baru dengan spesifikasi yang baru pula. Ini terlihat dari karakteristiknya yang mirip dengan landsat 7, baik resolusinya (spasial, temporal, spektral), metode koreksi, ketinggian terbang maupun karakteristik sensor yang dibawa. Hanya saja ada beberapa tambahan yang menjadi titik penyempurnaan dari landsat 7 seperti jumlah band, rentang spektrum gelombang elektromagnetik terendah yang dapat ditangkap sensor serta nilai bit (rentang nilai Digital Number) dari tiap piksel citra. Seperti dipublikasikan oleh USGS, satelit landsat 8 terbang dengan ketinggian 705 km dari permukaan bumi dan memiliki area scan seluas 170 km x 183 km (mirip dengan landsat versi sebelumnya). NASA sendiri menargetkan satelit landsat versi terbarunya ini mengemban misi selama 5 tahun beroperasi (sensor OLI

dirancang 5 tahun dan sensor TIRS 3 tahun). Citra satelit yang paling banyak digunakan untuk memetakan dan mengetahui kondisi mangrove adalah citra Landsat. Pada Landsat 8 rentang spektrum gelombang elektromagnetik yang ditangkap lebih panjang. Informasi lengkap mengenai karakteristik setiap band pada Landsat 8 disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Karakteristik Band pada Landsat 8.

Band	Panjang gelombang (μm)	Spektral/Radiasi	Resolusi spasial (m)	Aplikasi
Band 1	0.43 - 0.45	<i>Ultra Blue (coastal)</i>	30	<i>Coastal and aerosol studies</i>
Band 2	0.45 - 0.51	<i>Blue</i>	30	Pemetaan batimetrik
Band 3	0.53 - 0.59	<i>Green</i>	30	Menilai tumbuh tanaman
Band 4	0.64 - 0.67	<i>Red</i>	30	<i>Discriminates vegetation slopes</i>
Band 5	0.85 - 0.88	<i>Near infrared (NIRJ)</i>	30	Menekan pada garis pantai
Band 6	1.57 - 1.65	<i>Shortwave Infrared (SWIRJ)</i>	30	Membedakan kadar air, tanah, dan tumbuhan
Band 7	2.11 - 2.29	<i>Shortwave Infrared (SWIRJ) 2</i>	30	Meningkatkan kadar air, tanah, dan lahan
Band 8	0.50 - 0.68	<i>Panchromatic</i>	15	Penajaman gambar
Band 9	1.36 - 1.38	<i>Cirrus</i>	30	Medeteksi awan
Band 10	10.60 - 11.19	<i>Thermal Infrared</i>	100	Pemetaan panas dan kelembaban tanah
Band 11	11.50 - 12.51	<i>Thermal Infrared</i>	100	Pemetaan kelembaban tanah

Sumber: Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (2011).

2.4. Metode Klasifikasi Citra

Klasifikasi citra merupakan pengelompokan piksel ke dalam kelas-kelas yang ditentukan. Penggunaan teknologi penginderaan jauh juga membutuhkan metode klasifikasi citra terlebih dahulu. Klasifikasi citra dapat digunakan juga untuk mengetahui kondisi suatu wilayah. Klasifikasi berguna untuk menurunkan informasi dengan cara mengelompokkan sesuai kriteria. Informasi hasil dari hasil klasifikasi citra perlu dinilai dengan uji akurasi. Uji akurasi dari hasil klasifikasi citra yaitu resolusi spasial citra. Klasifikasi citra satelit juga menyertakan interpretasi citra

penginderaan jauh. Pengambilan data di klasifikasikan untuk mengetahui tutupan suatu lahan (Danoedoro, 2012).

Klasifikasi citra dapat menggunakan dua metode yaitu klasifikasi terbimbing dan tidak terbimbing. Klasifikasi terbimbing diperlukan adanya masukan dari analisis yaitu *maximum likelihood classification*. Masukan dari analisis adalah *training sample*, salah satu faktor terpenting dalam klasifikasi citra satelit. Metode klasifikasi dalam pengakurasian tergantung pada data yang diambil. Klasifikasi tak terbimbing yaitu teknik yang tidak memerlukan *training sample*. Klasifikasi tak terbimbing dalam setiap piksel perlu dikelompokkan dalam kluster tanpa nama.

Klasifikasi citra multispektral dilakukan dengan menggunakan dua metode klasifikasi, *Supervised classification* dan *unsupervised classification*. *Supervised classification* merupakan metode yang memiliki kontrol terhadap *informational classes* dengan didasarkan training sampel, dan memiliki kontrol terhadap keakuratan klasifikasi. Kekurangannya pada *supervised classification* adalah interpretasi data dipaksakan, pemilihan training sampel belum tentu representatif, dan adanya kelas spektral yang tidak teridentifikasi. Keunggulan *unsupervised classification* yaitu dapat meminimalisir kesalahan pengguna dan *unique classes* dianggap sebagai *distinct units*. Kekurangan dalam *unsupervised classification* merupakan korespondensi yang tidak begitu jelas terhadap *informational classes*, kontrol yang terbatas terhadap *classes*, dan *spectral classes* bisa dikatakan tidak konstan (Ahmad & Quegan, 2013).

Metode klasifikasi citra digunakan karena dapat menentukan hasil dari klasifikasi citra. Penginderaan jauh digital merupakan pemilihan metode klasifikasi yang akan digunakan dalam klasifikasi citra. Klasifikasi dilakukan untuk memperoleh informasi dari data penginderaan jauh. Metode yang paling sering digunakan yaitu klasifikasi multispektral berdasarkan analisis terhadap sifat reflektansi. Klasifikasi multispektral adalah teknik otomatisasi secara digital yang sering digunakan secara luas, salah satunya untuk memetakan tutupan dan kerapatan mangrove (Zuhdi *et al.*, 2024).

2.5. Penginderaan Jauh untuk Monitoring Mangrove

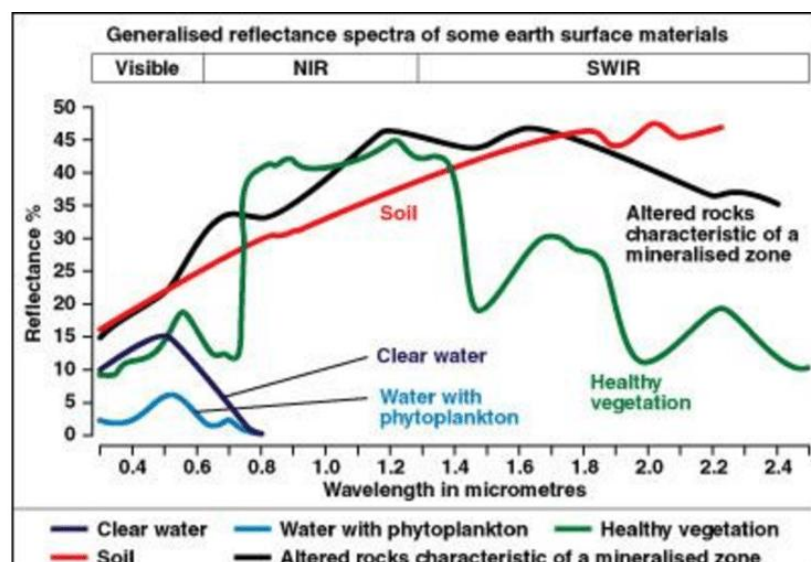
Mangrove adalah ekosistem peralihan antara darat dan laut, mangrove mempunyai peran yang berguna bagi lingkungan disuatu pesisir. Ekosistem mangrove tidak dapat tergantikan oleh ekosistem hutan hutan yang ada didaratan. Metode yang dapat mengetahui luasan mangrove adalah penginderaan jauh. Penginderaan jauh adalah sumber data penting untuk mengetahui tutupan dan vegetasi pada wilayah yang luas (Barati *et al.*, 2011). Penginderaan jauh pada monitoring mangrove dapat dimanfaatkan sebagai pemantauan vegetasi mangrove dengan didasarkan dua sifat penting, karena mangrove mempunyai zat hijau daun dan tumbuh pada daerah pesisir (Pranata *et al.*, 2016). Mangrove memiliki letak geografis pada daerah peralihan antara darat dan laut sehingga memberikan efek perekaman yang berbeda dibandingkan objek vegetasi darat lainnya.

Teknologi penginderaan jauh juga dapat digunakan untuk mengetahui tingkat kepadatan mangrove. Metode yang biasa dipakai untuk mengetahui kepadatan mangrove adalah dengan menggunakan indeks vegetasi. Metode ini bekerja dengan cara mengukur tingkat kehijauan dari mangrove (Pranata *et al.*, 2016). Mangrove yang memiliki tutupan daun yang lebih lebat akan terdeteksi dengan tingkat kehijauan yang lebih tinggi. Pada kondisi ini mangrove di lokasi tersebut dapat dikatakan memiliki kepadatan tinggi. Hasil pemetaan indeks vegetasi akan menggambarkan citra baru yang lebih representatif dengan aspek-aspek yang berkaitan dalam vegetasi (Purwanto, 2015).

Perhitungan NDVI digunakan untuk menentukan tutupan lahan seperti mangrove primer, mangrove sekunder, dan tambak. Nilai indeks vegetasi ini dihitung sebagai rasio pantulan dari band merah (R) dan band inframerah (NIR) pada spektrum gelombang elektromagnetik (Klompaker *et al.*, 2017). Band tersebut terpilih karena hasil pengukuran dipengaruhi oleh penyerapan klorofil daun atau vegetasi hijau. Pada landsat 5 dan 7 band 3 yang berperan sebagai band merah (R) dan band 4 sebagai inframerah (NIR). Landsat 8 dan 9 band 4 sebagai merah dan band 5 sebagai inframerah (NIR) (Ahmed & Akter 2017).

$$NDVI = (NIR - R) / (NIR + R)$$

Komposit band yaitu penentuan kombinasi tiga warna guna mendapatkan suatu identifikasi citra dengan kemampuan interpretasi operator. Komposit citra juga dapat mengenali objek pada tampilan citra dengan melihat kunci interpretasi yang terdiri dari tekstur, warna, bentuk, ukuran, bayangan, pola, dan asosiasi. Proses interpretasi akan dimaksimalkan dengan uji validasi dari hasil interpretasi yang dilakukan (Iryadi *et al.*, 2017). Penyusunan komposit warna dilakukan untuk mempermudah interpretasi citra. Susunan komposit warna pada kanal citra minimal mempunyai kanal inframerah untuk mempertajam unsur vegetasi. Penajaman pada citra juga berguna untuk menampakan objek secara keseluruhan dan menghaluskan gangguan pada data citra (Silitonga *et al.*, 2018).



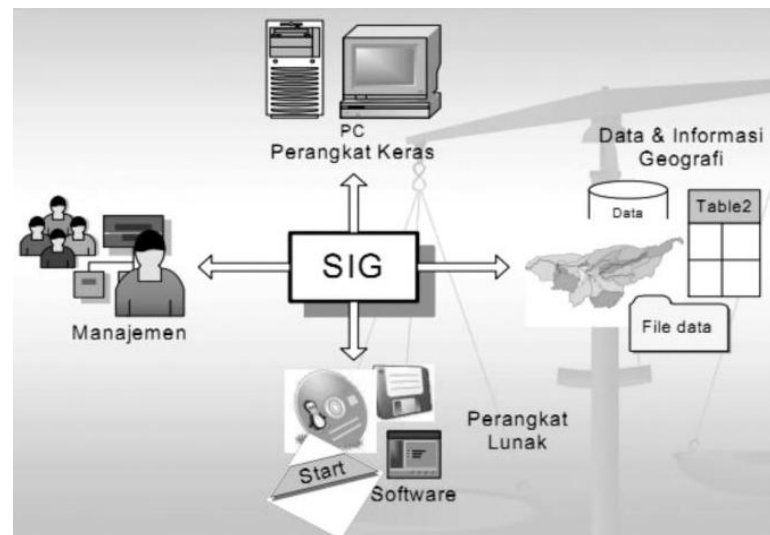
Gambar 3. Reflektansi vegetasi.
Sumber: Hay, 2000.

2.6. Sistem Informasi Geografis (SIG)

Sistem Informasi Geografis (SIG) merupakan sistem yang berbasis komputer dirancang khusus sehingga dapat mengolah data pengumpulan, penyimpanan, pengolahan, analisis, pemodelan, dan penyajian data tata ruang yang mengacu pada lokasi permukaan bumi (Soenarno, 2009). SIG yaitu kumpulan yang terorganisir dari perangkat keras komputer atau laptop, perangkat lunak, data geografis dan personil dirancang dengan efisien digunakan untuk memperoleh, menyimpan,

mengupdate, memanipulasi, menganalisis, dan menampilkan seluruh bentuk informasi berferensi dari geografi (Riyanto *et al.*, 2009).

Sistem Informasi Geografis (SIG) mempunyai kemampuan yang luas dalam memproses data pemetaan dan menganalisis sehingga dapat digunakan dalam menganalisa tutupan dan kerapatan mangrove di Pesisir Timur. Data yang diterima yaitu fenomena alam permukaan bumi dari suatu alat sensor satelit. Komponen pada SIG yaitu komputer sistem, data spasial, analisis prosedur, dan sumber data yang akan diolah. Sistem Informasi Geografis sangat membutuhkan masukan data yang bersifat spasial dan deskriptif. Data spasial dapat berupa peta analog dan data GPS (Erkamim, 2023).



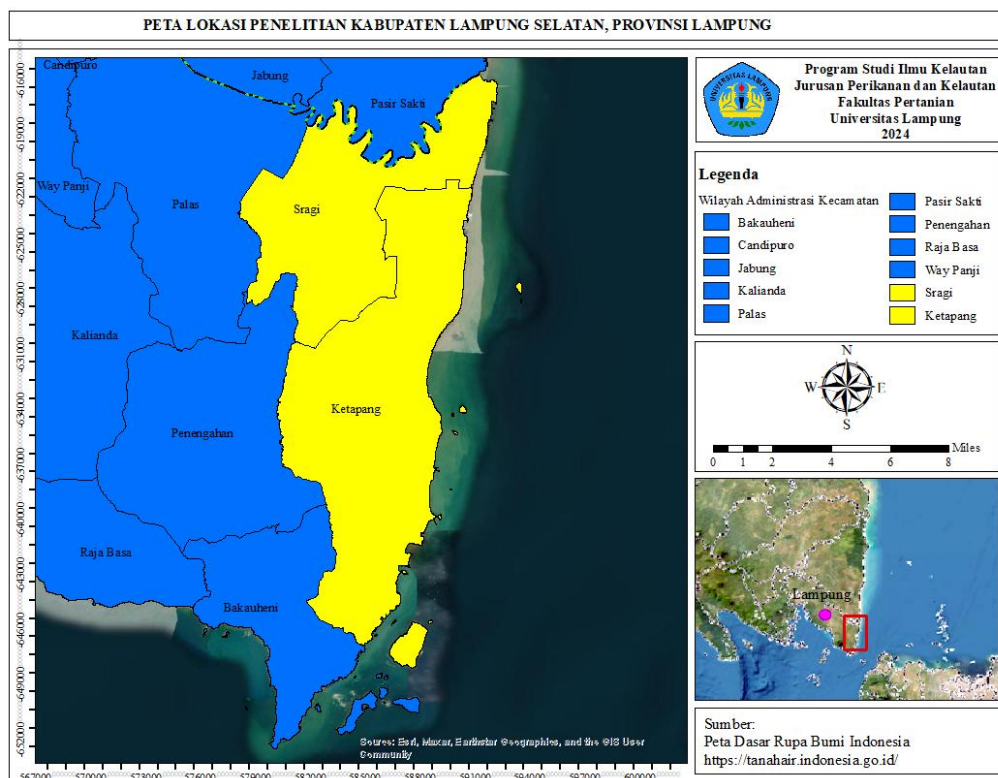
Gambar 4. Komponen SIG.

Sumber: Samsudin *et al.*, 2022.

III. METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini berlangsung dari bulan Januari s.d. Desember 2024. Wilayah sampling berada di kawasan mangrove di pesisir timur Kabupaten Lampung Selatan, khususnya Kecamatan Sragi dan Kecamatan Ketapang. Pengolahan dan analisis data bertempat di Laboratorium Oseanografi Jurusan Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Lampung. Berikut peta lokasi penelitian yang disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Peta lokasi penelitian.

3.2. Bahan dan Alat

Penelitian ini sebagian besar menggunakan perangkat lunak untuk proses pengambilan dan pengolahan data. Berikut Bahan dan alat yang digunakan pada penelitian ini disajikan pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. Bahan penelitian.

No	Nama alat dan bahan	Fungsi
1.	Citra Landsat-5, Landsat-7, Landsat-8, dan Landsat-9	Bahan untuk membuat peta perubahan dan kerapatan tutupan lahan mangrove

Tabel 4. Alat penelitian.

No	Nama alat dan bahan	Fungsi
1.	Perangkat keras laptop	Digunakan untuk pengolahan dan penyusunan laporan penelitian
2.	Perangkat lunak <i>timestamp camera</i>	Digunakan untuk pengambilan gambar di lapangan dan koordinat lokasi pengambilan gambar
3.	Perangkat lunak Arc Map 10.8	Digunakan untuk pengolahan data perubahan dan kerapatan tutupan lahan mangrove
4.	Perangkat lunak Microsoft Word	Penyusunan laporan penelitian
5.	Alat tulis	Digunakan untuk pencatatan saat uji validasi
6.	<i>Global Positioning System</i> (GPS)	Pengambilan titik koordinat saat uji validasi di lapangan

3.3. Sumber Data

Pada penelitian ini data yang dibutuhkan yaitu merupakan data penginderaan jarak jauh. Data penginderaan jarak jauh ini diunduh melalui website USGS. Setelah data terunduh kemudian data tersebut diolah menggunakan ArcMap 10.8, untuk mengetahui tutupan dan kerapatan hutan mangrove pada wilayah Pesisir Timur, Kabupaten Lampung Selatan. Penelitian ini juga akan dilakukan uji validasi turun lapang pada wilayah Pesisir Timur, Kabupaten Lampung Selatan.

Untuk mendapatkan gambaran perubahan tutupan lahan dan kerapatan mangrove, penelitian ini menggambarkan data citra 25 tahun terakhir dengan interval setiap 5 tahun. Pengambilan data citra satelit yaitu pada tahun 1998, 2003, 2008, 2013, 2018, dan 2023. Citra Landsat 5 menghasilkan data peta tahun 1998 dan 2003, citra landsat 7 menghasilkan data peta tahun 2008, citra landsat 8 dan 9

menghasilkan data peta tahun 2013, 2018, 2023. Selain citra satelit tersebut, penelitian ini juga menggunakan citra 2024 sebagai citra validasi data lapangan.

Pemilihan tahun pengambilan data citra satelit didasarkan pada ketersediaan data bebas awan dan relevansi temporal dengan dinamika perubahan ekosistem mangrove di wilayah penelitian. Adapun jenis citra serta tanggal pengambilannya dirangkum dalam Tabel 5 yang menjadi dasar utama dalam analisis spasial perubahan tutupan dan kerapatan mangrove selama rentang waktu penelitian.

Tabel 5. Tanggal pengambilan citra satelit.

No.	Tahun	Jenis Citra	Tanggal Pengambilan
1	1998	Landsat 5	23 Agustus
2	2003	Landsat 7	9 Mei
3	2008	Landsat 5	14 Mei
4	2013	Landsat 8	19 Oktober
5	2018	Landsat 8	23 Maret
6	2023	Landsat 8	29 September
7	2024	Landsat 8	15 September

3.4. Analisis Data

Analisis data digunakan untuk mengidentifikasi kelas tutupan dan luasan kerapatan ekosistem mangrove. Pengumpulan data menggunakan penginderaan jauh dan pengecekan lapangan (*ground check*). Kegiatan tersebut bertujuan untuk menyajikan identifikasi jenis dan peta tematik, serta grafik perubahan dari tahun 1998 - 2024 agar dapat dipahami dengan lebih mudah.

3.4.1. Pengelolaan Data Citra Satelit

Pengolahan data pada penelitian perubahan tutupan lahan yaitu sebagai berikut :

1. Input peta batas administrasi pesisir timur

Peta ini akan digunakan untuk pedoman batas wilayah lokasi penelitian.

2. Input data citra landsat

Data citra landsat yang digunakan yaitu citra landsat 5, 7, 8, dan 9. Citra landsat 5 menghasilkan data peta 1998 dan 2003, citra landsat 7 menghasilkan data peta tahun 2008, citra landsat 8 dan 9 menghasilkan data peta 2013, 2018, 2023 dan 2024.

3. Komposit band

Penggabungan komposit band digunakan untuk mengetahui tutupan lahan dengan komposit band (RGB 453) pada citra landsat 5 dan 7. Citra landsat 8 dan 9 menggunakan komposit band (RGB 564). Proses ini dilakukan dengan menggunakan *software* Arc Gis (Permata & Rahayu, 2021).

4. Pemotongan citra

Pemotongan citra digunakan untuk memperkecil file dan mempercepat pengolahan citra. Pemotongan citra dapat digunakan untuk membatasi daerah yang akan dilakukan penelitian. *Cropping* dilakukan dengan menggunakan *tools extract by mask* pada Arc Gis (Permata & Rahayu, 2021).

5. Klasifikasi terbimbing (*supervised clasification*)

Supervised classification merupakan metode yang memiliki kontrol terhadap informational classes dengan didasarkan training sampel, dan memiliki kontrol terhadap keakuratan klasifikasi. Kekurangannya pada supervised classification adalah interpretasi data dipaksakan, pemilihan training sampel belum tentu representatif, dan adanya kelas spektral yang tidak teridentifikasi (Ahmad & Quegan, 2013).

6. Perhitungan indeks NDVI

Perhitungan NDVI digunakan untuk menentukan tutupan mangrove rapat, mangrove sedang dan mangrove jarang serta non vegetasi. Nilai indeks vegetasi ini dihitung sebagai rasio pantulan dari band merah (R) dan band inframerah (NIR) pada spektrum gelombang elektromagnetik (Klompaker *et al.*, 2017). Band tersebut terpilih karena hasil pengukuran dipengaruhi oleh penyerapan klorofil daun atau vegetasi hijau. Pada landsat 5 dan 7 band 3 yang berperan sebagai band merah (R) dan band 4 sebagai inframerah (NIR). Landsat 8 dan 9 band 4 sebagai inframerah dan band 5 sebagai inframerah (NIR) (Ahmed *et al.*, 2017).

$$NDVI = (NIR - R) / (NIR + R)$$

Hasil NDVI digunakan untuk membedakan wilayah mangrove berdasarkan tingkat tutupan kanopinya tinggi, sedang, dan rendah. Klasifikasi kerapatan mangrove dengan NDVI disajikan pada tabel 6.

Tabel 6. Kelas tingkat kerapatan berdasarkan nilai indeks NDVI.

No.	Nilai indeks vegetasi (NDVI)	Kelas tutupan kanopi
1	-1 - 0,03	Non Vegetasi
2	0,03 - < 0,25	Rendah
3	0,25 - < 0,40	Sedang
4	0,40 - 1	Tinggi

Sumber: Sundoko *et al.*, (2023).

3.4.2. Pengambilan Data Lapangan

Akurasi didapatkan dari perbandingan antara data hasil klasifikasi dengan data kondisi lapangan. Uji akurasi salah satunya dapat diperoleh dengan cara melakukan pengecekan data lapangan (*ground check*). *Ground check* adalah proses pengumpulan data di lapangan yang digunakan untuk membandingkan kenampakan obyek yang ada pada citra dengan kondisi yang di lapangan. *Ground check* dilakukan dengan cara mengumpulkan foto sesuai dengan koordinat obyek (Permata & Rahayu, 2021).

Data tutupan lahan (*land cover*) dapat diidentifikasi dan dibandingkan dengan apa yang ada pada citra. Pengecekan lapangan (*ground check*) dilakukan pada titik-titik yang dipilih berdasarkan prinsip keraguan terhadap hasil interpretasi yang dianalisis dari aplikasi sebelumnya. Masing-masing titik didokumentasikan dan diobservasi mengenai jenis, klasifikasi dan tingkat kerapatan yang diinterpretasikan secara deskriptif. Berdasarkan Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional tahun 2015 dimana nilai akurasi minimal adalah 85%. Adapun untuk menentukan seberapa besar tingkat akurasi citra hasil *ground check* dihitung dengan persamaan sebagai berikut;

$$\text{Tingkat kebenaran interpretasi} = \frac{\text{Jumlah titik benar}}{\text{Jumlah titik survey}} \times 100\%$$

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1. Simpulan

1. Terjadi perubahan tutupan lahan mangrove di Pesisir Timur Kabupaten Lampung Selatan selama periode pengamatan. Pada tahun-tahun awal, terjadi penurunan tutupan mangrove. Namun, seiring berjalannya waktu, terlihat adanya pemulihan tutupan mangrove di beberapa wilayah, yang mengindikasikan keberhasilan upaya rehabilitasi dan konservasi yang dilakukan.
2. Analisis peta 1998-2024 menunjukkan perubahan kerapatan mangrove di pesisir Lampung. pada Kecamatan Sragi, kerapatan mangrove umumnya lebih rendah dan tersebar tidak merata, sedangkan Kecamatan Ketapang menunjukkan kondisi yang lebih stabil dengan kehadiran area mangrove berkerapatan tinggi di beberapa lokasi. Perbedaan ini mencerminkan pengaruh kondisi lingkungan setempat dan tingkat tekanan aktivitas manusia yang berbeda di masing-masing kecamatan.

5.2. Saran

Saran pada penelitian ini dapat berupa penelitian lanjutan dapat difokuskan pada analisis faktor penyebab perubahan mangrove serta pemanfaatan teknologi citra satelit resolusi tinggi untuk meningkatkan akurasi pemantauan. Selain itu, kebijakan yang dapat diterapkan meliputi perlindungan kawasan mangrove, pemberdayaan masyarakat pesisir, serta pemantauan berkelanjutan dengan teknologi GIS dan penginderaan jauh.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, A., & Quegan, S. (2013). Comparative analysis of supervised and unsupervised classification on multispectral data. *Applied Mathematical Sciences*, 7(74), 3681-3694. <http://dx.doi.org/10.12988/ams.2013.34214>.
- Ahmed, K.R., & Akter, S. (2017). Analysis of landcover change in Southwest Bengal Delta due to floods by NDVI, NDWI and K-means cluster with Landsat multispectral surface reflectance satellite data. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 8(1), 168-181. <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2017.08.010>.
- Alwidakdo, A., Azham, Z., & Kamarubayana, L. (2014). Studi pertumbuhan mangrove pada kegiatan rehabilitasi hutan mangrove di desa Tanjung Limau Kecamatan Muara Badak Kabupaten Kitai Kartanegara. *Jurnal Agrifor*, 7(1), 12-18. <https://doi.org/10.31293/af.v13i1.543>.
- Arief, A.M.P. (2003). *Hutan mangrove: fungsi dan manfaatnya*. Kanisius. <https://dpk.kepriprov.go.id/opac/detail/cq1vw>.
- Ario, R., Subardjo, P., & Handoyo, G. (2015). Analisis kerusakan mangrove di Pusat restorasi dan pembelajaran mangrove (PRPM), Kota Pekalongan. *Jurnal Kelautan Tropis*, 18(1), 64-69. <https://doi.org/10.14710/jkt.v18i2.516>.
- Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Lampung Selatan. (2024). *Kabupaten Lampung Selatan Dalam Angka 2024*. Badan Pusat Statistik.
- Barati, S., Rayegani, B., Saati, M., Sharifi, A., & Nasri, M. (2011). Comparison the accuracies of different spectral indices for estimation of vegetation cover fraction in sparse vegetated areas. *Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 14(1), 49-56. <https://doi.org/10.1016/j.ejrs.2011.06.001>.
- Bengen, D.G. (2000). *Sinopsis Teknik pengambilan contoh dan analisis data biofisik sumberdaya pesisir* (No Publikasi 30353) [Skripsi, IPB. Repository IPB.
- Danoedoro, P. (2012). *Pengantar penginderaan jauh digital*. Puspics. http://digilib.fsm.undip.ac.id/index.php?p=show_detail&id=6524.

- Dahdouh-Guebas, F., Jayatissa, L.P., Dinitto., Bosiro, J., Lo Seen, D., & Koedam, N. (2005). How effective were mangroves as a defence against the recent tsunami?. *Current Biology*, 15(12), 443-447.
<https://doi.org/10.1016/j.cub.2005.06.008>.
- Duke, N.C., Ball, M.C., & Ellison, J.C. (2007). Factors influencing biodiversity and distributional gradients in mangrove communities. *Global Ecology and Biogeography*, 16(1), 61-73. <https://doi.org/10.2307/2997695>.
- Dwiputra, M.A., Mustofa, A., & Prasetyo, B.A. (2020). Aplikasi sistem informasi geografis untuk kajian perencanaan rehabilitasi hutan mangrove di Kecamatan Punduh Pedada, Lampung. *Journal of Science and Aplicative Technology*, 4(2), 67-74.
<https://journal.itera.ac.id/index.php/jsat/article/download/256/119>.
- Erkamim, M., Mukhlis, I.R., Putra., Adiwarman, M., Rassarandi, F.D., Rumata, N.A., Arrofiqoh, E.N., Rahman, A., Chusnayah, F., Paddiyatu, N., & Hermawan, E. (2023). *Sistem informasi geografis (SIG) teori komprehensi SIG*. PT. Green Pustaka Indonesia.
https://www.researchgate.net/publication/376582770_SISTEM_INFORMASI_GEOGRAFIS_SIG.
- Faizal, A., & Amran, M.A. (2005). Model transformasi indeks vegetasi yang efektif untuk prediksi kerapatan mangrove rhizopora mucronate. *Prosiding Pertemuan Ilmiah Tahunan MAPIN XIV*, 34-40.
https://www.academia.edu/45546103/Model_Transformasi_Indeks_Vegetasi_Yang_Efektif_Untuk_Prediksi_Kerapatan_Mangrove_Rhizophora_Mucronata.
- Giri, C., Ochieng, E., Tieszen, L.L., Zhu, Z., Singh, A., & Loveland, T.R. (2010). Status and distribution of mangrove forests of the world using earth observation satellite data. *Global Ecology and Biogeography*, 20(1), 154-159. <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2010.00584.x>.
- Hafni, R. (2016). Analisis dampak rehabilitasi hutan mangrove terhadap pendapatan masyarakat Desa Lubuk Kertang Kabupaten Langkat. *Jurnal Ilmu Ekonomi dan Studi Pembangunan*, 16(2), 1-12.
<https://doi.org/10.30596/ekonomikawan.v16i2.938>.
- Hardianto, A., Pegita U.D., Taufiq F., Novia F.S.S., & Nadifa S.R. (2021). Pemanfaatan Citra Landsat 8 Dalam Mengidentifikasi Nilai Indeks Kerapatan Vegetasi (NDVI) Tahun 2013 dan 2019 (Area Studi: Kota Bandar Lampung). *Jurnal Geosains dan Remote Sensing*, 2(1), 8-15.
<https://doi.org/10.23960/jgrs.2021.v2i1.38>.

- Hay, S.I. (2000). Remote sensing and geographical information systems in epidemiology. *Advances in Parasitology*, 47, 1–35.
https://www.researchgate.net/figure/Generalised-reflectance-spectra-of-some-earth-surface-materials_fig3_279203055.
- Idrus, A.A., Gunada, A., Idawati, S., Nirmala, S.A., Yahdi., Munib., & Dewi, E.S. (2025). Pengelolaan ekowisata mangrove berkelanjutan sebagai sarana edukasi dan pembelajaran IPA di Bale Mangrove Jerowaru Kabupaten Lombok Timur. *Jurnal Ilmiah Biologi*, 13(2), 792-806. https://e-journal.undikma.ac.id/index.php/bioscientist/article/download/14164/7164#:~:text=Insentif%20ekonomi%20yang%20diperoleh%20dari,et%20al.%2C%202022)).
- Insani, W.O., Widayati, W., & Sawaludin. (2020). Analisis degradasi hutan mangrove di Kecamatan Kaledupa Kabupaten Wakatobi. *Jurnal Geografi Aplikasi dan Teknologi*, 4(1), 15-24.
<https://ojs.uho.ac.id/index.php/jagat/article/download/11843/8357>.
- Istomo., & Ghifary, S. (2021). Asosiasi bakau (*Rhizophora apiculata blume.*) dengan jenis-jenis mangrove lainnya di Pantai Bama Taman Nasional Baluran Jawa Timur. *Jurnal Silvikultur Tropika*, 12(3), 135-143.
<https://doi.org/10.29244/j-siltrop.12.3.135-143>.
- Iryadi, R., Priyadi, A., & Darma, I.D.P. (2017). Penggunaan citra satelit untuk mengetahui persebaran *dacrycarpus imbricatus (blume)* de laub. di Bukit Tapak, Cagar Alam Batukahu Bali. *Jurnal Ilmu Kehutanan*, 11(2), 130-141. <https://doi.org/10.22146/jik.28277>.
- Katili, A.S., Mamu, H.D., & Husain, I.H. (2020). *Potensi struktur vegetasi mangrove dan nilai serapan biomassa karbon*. Ideas Publishing.
https://repository.ung.ac.id/get/simlit_res/3/106/Potensi-Struktur-Vegetasi-Mangrove-dan-Nilai-Serapan-Biomassa-Karbon.pdf.
- Klomp maker, J.O., Hoek, G., Bloemsma, L.D., Gehring, U., Strak, M., Wijga, A.H., & Janssen, N. A. (2017). Green space definition affects associations of green space with overweight and physical activity. *Environmental Research*, 160, 531-540. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2017.10.027>.
- Krismono & Pranowo, W.S. (2019). *Strategi pengelolaan sumber daya ekosistem pesisir Muara Gembong, Teluk Jakarta*. Amafrad Press.
https://www.researchgate.net/profile/Muhammad-Ramdhan-2/publication/338689027_Bunga_Rampai_Muara_Gembong/links/5e254a1f458515ba209647c6/Bunga-Rampai-Muara-Gembong.pdf.
- Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN). (2015). *Pedoman Pengolahan Data Penginderaan Jauh Landsat 8 untuk MPT*. Pusfatja LAPAN.

- Liu, J.Y. (2008). Checklist of marine biota of China seas. *Journal of Crustacean Biology*, 30(2), 339. <https://doi.org/10.1651/09-3228.1>.
- Lillesand, T.M., & Kiefer, R.W. (1979). Remote sensing and image interpretation. Dalam Handayani, D., & Setiyadi, A. (2003). Remote sensing, [penginderaan jauh]. *Edisi Mei*, 8 (2), 113-120. <https://media.neliti.com/media/publications/241313-remote-sensing-penginderaan-jauh-7b049659.pdf>.
- McSherry, M., Davis, R.P., Andradi-Brown, D.A., Ahmadi, G.N., Kempen, M.V., & Brian, S.W. (2023). Integrated mangrove aquaculture: the sustainable choice for mangroves and aquaculture?. *Forest and Global Change*, 6, 1-8. <https://doi.org/10.3389/ffgc.2023.1094306>.
- Mujiono. (2019). *Penginderaan jauh untuk pertanian*. Elmarkazi. http://repository.unived.ac.id/562/1/Mujiono_Buku%20Ajar.pdf.
- Mukhtas, I., & Hannan, A. (2012). Constrains on mangrove forests and concervation projects in pakistan. *Journal of Coast Conservation*, 16, 51-62. <http://dx.doi.org/10.1007/s11852-011-0168-x>.
- Mukherjee, N., Sutherland, W.J., Khan, M.N.I., Berger, U., Schmitz, N., Guebas, F.D., & Koedam, N. (2014). Using expert knowledge and modeling to define mangrove composition, fuctioning, and threats and estimate time frame for recovery. *Eclology and Evolution*, 4(11), 2247-2262.<https://doi.org/10.1002/ece3.1085>.
- Permata, I., & Rahayu, S. (2021). Estimasi cadangan karbon akibat perubahan tutupan lahan di Kabupaten Kendal. *Teknik PWK (Perencanaan Wilayah Kota)*, 10(3), 220-230. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/pwk/article/view/31879/25919>.
- Pranata, R., Patendean, A., & Yani, A. (2016). Analisis Sebaran dan kerapatan mangrove menggunakan citra landsat 8 di Kabupaten Maros. *Jurnal Sains dan Pendidikan Fisika*, 12(1), 88-95. <https://media.neliti.com/media/publications/319072-analisis-sebaran-dan-kerapatan-mangrove-ec65b468.pdf>.
- Prasetyo, M.A., Mandang, I., & Mubarrok, S. (2019). Perubahan penutupan lahan berdasarkan analisis citra digital di daerah aliran sungai Mahakam. *Jurnal Geosains Kutai Basin*, 2(1), 1-7. <https://doi.org/10.30872/geofisunmul.v2i1.335>
- Purwanto, A. (2015). Pemanfaatan citra landsat 8 untuk identifikasi normalized difference vegetation index (NDVI) di Kecamatan Silat Hilir,Kabupaten Kapuas Hulu. *Jurnal Pendidikan*, 13(1), 27-36. <https://doi.org/10.31571/edukasi.v13i1.17>.

- Rahim, S., & Baderan, D.W.K. (2017). *Hutan mangrove dan pemanfaatannya*. Deepublish. <https://repository.ung.ac.id/get/karyailmiah/3032/Dewi-K-Baderan-Buku-Hutan-Mangrove-Dan-Pemanfaatannya.pdf>
- Rahmawati, H. (2015). Ekowisata mangrove sebagai kawasan perlindungan sumberdaya alam dan nilai budaya di Bandar Bakau Kota Dumai. *Dalam* Prasetyo, D., Darmawan, A., & Dewi, B.S. (2019). Presepsi wisatawan dan individu kunci tentang pengelolaan ekowisata di *Lampung Mangrove Center*. *Jurnal Sylva Lestari*, 7(1), 22. <https://doi.org/10.23960/jsl1722-29>.
- Rignolda, J. (2018). *Mangrove (biologi, ekologi, rehabilitasi, dan konservasi)*. Unsrat Press. <https://repo.unsrat.ac.id/2658/>.
- Riyanto, Prilnali, E.P., & Indelarko, H. (2009). *Pengembangan aplikasi sistem informasi geografis*. Gava Media. <https://balaiyanpus.jogjaprovo.go.id/opac/detail-opac?id=273012>.
- Samsudim., Dewi, S.A., & Pratama, A.T. (2022). Sistem informasi geografis : menentukan kuliner halal di kota medan menggunakan google maps API berbasis WebGis. *Jurnal Sains, Informatika, dan Teknologi*, 1(1), 13-19. <https://jurnal.insanciptamedan.or.id/index.php/sitek/article/view/13/13>.
- Setyawan, A.D., Supriadi, S., Andang S.S., Samuel, A.P. (2024). Social interaction dynamics and mangrove ecosystem management for blue carbon, case study: tongke-tongke mangrove tourism area Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1430(1), 1-12. <http://dx.doi.org/10.1088/1755-1315/1430/1/012025>.
- Silitonga, O., Purnama, D., & Nofridiansyah, E. (2018). Pemetaan kerapatan vegetasi mangrove di sisi tenggara Pulau Enggano menggunakan data citra satelit. *Jurnal Enggano*, 3(1), 98-111. [10.31186/jenggano.3.1.98-111](https://doi.org/10.31186/jenggano.3.1.98-111).
- Soenarmo, S.H. (2009). *Penginderaan jauh dan pengenalan sistem informasi geografis untuk bidang ilmu kebumihantaran*. Institut Teknologi Bandung. <https://opac.ut.ac.id/detail-opac?id=32924>
- Sundoko, A., Ulqodry, T.Z., & Armanto, M.E. (2023). Model penduga biomassa dan karbon mangrove dengan pemanfaatan citra satelit pleiades di kawasan hutan lindung air telang Kabupaten Banyuwangi, Sumatera Selatan. *Jurnal Penelitian Sains*, 25(2), 109-119. <https://doi.org/10.56064/jps.v25i2.777>.
- Supardjo, M.N. (2008). Identifikasi vegetasi mangrove di Segoro Anakan Selatan, Taman Nasional Alas Purwo, Banyuwangi, Jawa Timur. *Jurnal Saintek Perikanan*, 3(2), 9-15. <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/saintek/article/download/2779/2458>.

- Sutanto. (1994). *Penginderaan jauh: jilid 2*. Gadjah Mada University Press.
<https://lontar.ui.ac.id/detail?id=20356399>.
- Suwargana, N. (2008). Analisis perubahan hutan mangrove menggunakan data penginderaan jauh di pantai bahagia, muara gembong, bekasi. *Jurnal Penginderaan Jauh dan Penolahan Data Citra Digital*. 5(1), 64-74.
<https://doi.org/10.30536/inderaja.v5i1.3238>.
- Syah, A.F. (2010). Pengindraan jauh dan aplikasinya di wilayah pesisir dan lautan. *Jurnal Kelautan*, 3(1), 18-28.
<https://journal.trunojoyo.ac.id/jurnalkelautan/article/download/838/737>.
- Tarigan, A.T., Simarmata, N., Nurisman, N., & Rahman, Y. (2020). Analisis sedimen dan pengaruhnya terhadap kondisi garis pantai di kawasan pantai timur Kabupaten Lampung Selatan. *Journal of Science and Applicative Technology*. 4(1), 26-31. <https://doi.org/10.35472/jsat.v4i1.249>.
- Turner, B.L., Lambin, E.F., & Reenberg, A. (2003). The emergence of land change science for global environmental change and sustainability. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 100(14), 8069–8071.
<https://doi.org/10.1073/pnas.1531464100>.
- Tomlinson, P.B. (1986). *The botany of mangroves*. Cambridge University Press.
<https://doi.org/10.1017/CBO9781139946575>.
- Victoria, H.R.M., Madden, C. J., Day.J.W., Twilley, R.R., Herrera, F.V., & Guillen, H.A. (1998). Seasonal coupling of a tropical mangrove forest and an estuarine water column: enhancement of aquatic primary productivity. *Hydrobiologia*, 379(1), 41–53.
<http://dx.doi.org/10.1023/A:1003281311134>.
- Xia, Q., Qin, C.C., Li, H., Huang, C., & Su, F.Z. (2018). Mapping mangrove forests based on multi-tidal high-resolution satelit imagery. *Remote sensing*, 10(9), 1-20. <https://doi.org/10.3390/rs10091343>.
- Zuhdi, F.A., Pribadi, R., & Suryono. (2024). Kajian perubahan luasan mangrove menggunakan citra landsat 2013, 2016, 2021 Pesisir Tayu. *Journal of Marine Research*, 13(4), 773-783.
<https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jmr>.