

**MONITORING KONDISI PERTUMBUHAN MANGROVE KECAMATAN
LABUHAN MARINGGAI KABUPATEN LAMPUNG TIMUR**

(Skripsi)

Oleh:

**DERI RAHLI KURNIAWAN
NPM. 1815013014**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

ABSTRAK

MONITORING KONDISI PERTUMBUHAN MANGROVE KECAMATAN LABUHAN MARINGGAI KABUPATEN LAMPUNG TIMUR

Oleh

DERI RAHLI KURNIAWAN

Mangrove merupakan ekosistem peralihan antara darat dan laut yang biasanya tumbuh dan berkembang di kawasan pesisir yang memiliki peran dan fungsi yang sangat penting bagi biota laut dan masyarakat setempat. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melakukan analisis pertumbuhan mangrove dari tahun 2013, 2015, 2017, 2020, 2022 dan mengetahui hubungan keterkaitan antara suhu dan salinitas dengan pertumbuhan mangrove.

Penelitian ini dilakukan di Daerah Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode EVI (*Enhanced vegetation index*) dalam penentuan kerapatan mangrove dan metode LST (*Land surface temperature*) dalam penentuan suhu rata-rata dengan data citra landsat 8 tahun 2013, 2015, 2017, 2020, dan 2022. Sedangkan untuk mengetahui kondisi salinitas dilakukan dengan pengamatan langsung lapangan dengan beberapa titik pengamatan.

Hasil dari penelitian menunjukkan adanya peningkatan luas hutan mangrove dari tahun 2013 dengan luas 350.12 ha menjadi 817.68 ha pada tahun 2022. Sedangkan kondisi kerapatan tajuk mangrove dalam kondisi kurang baik ditunjukkan dengan tingginya kondisi kerapatan tajuk dengan kondisi jarang setiap tahunnya. Pertumbuhan mangrove tersebut dipengaruhi oleh suhu permukaan dan salinitas air laut yang dibuktikan dengan diperolehnya nilai sebesar 0,21 yang berarti suhu memiliki korelasi rendah terhadap pertumbuhan mangrove pada kerapatan tajuk rapat, 0,68 yang berarti suhu memiliki korelasi kuat terhadap pertumbuhan mangrove pada tajuk sedang dan 0,69 yang berarti suhu memiliki korelasi kuat terhadap pertumbuhan mangrove pada kerapatan tajuk jarang. Sedangkan salinitas memiliki korelasi yang sangat kuat terhadap pertumbuhan mangrove dibandingkan dengan suhu, ditunjukkan dengan adanya nilai korelasi sebesar 0,95 pada salinitas terhadap pertumbuhan mangrove.

Kata kunci : kerapatan mangrove, suhu permukaan, salinitas, evi (*enhanced vegetation index*).

ABSTRACT

MONITORING CONDITIONS OF MANGROVE GROWTH IN LABUHAN MARINGGAI DISTRICT, EAST LAMPUNG REGENCY

By

DERI RAHLI KURNIAWAN

Mangroves are transitional ecosystems between land and sea that usually grow and develop in coastal areas which have very important roles and functions for marine biota and local communities. The purpose of this study was to analyze mangrove growth from 2013, 2015, 2017, 2020, 2022 and find out the relationship between temperature and salinity with mangrove growth. This research was conducted in the District of Labuhan Maringgai, East Lampung Regency. The method used in this study is the EVI (Enhanced Vegetation Index) method for determining mangrove density and the LST (Land surface temperature) method for determining average temperature using Landsat 8 image data for 2013, 2015, 2017, 2020 and 2022. Meanwhile To find out the salinity conditions, direct field observations were carried out with several observation points. The results of the study showed an increase in the area of mangrove forests from 2013 with an area of 350.12 ha to 817.68 ha in 2022. Meanwhile, the condition of mangrove crown density in unfavorable conditions was indicated by high crown density conditions with rare conditions every year. Mangrove growth is influenced by surface temperature and seawater salinity as evidenced by the obtaining of a value of 0.21 which means that temperature has a low correlation with mangrove growth at dense canopy density, 0.68 which means temperature has a strong correlation with mangrove growth at medium and high canopy density. 0.69 which means that temperature has a strong correlation with mangrove growth at sparse canopy densities. Meanwhile, salinity has a very strong correlation to mangrove growth compared to temperature, indicated by a correlation value of 0.95 in salinity to mangrove growth.

keywords : mangrove density, surface temperature, salinity, evi (enhanced vegetation index).

**MONITORING KONDISI PERTUMBUHAN MANGROVE KECAMATAN
LABUHAN MARINGGAI KABUPATEN LAMPUNG TIMUR**

Oleh

DERI RAHLI KURNIAWAN

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK**

Pada

**Program Studi Teknik Geodesi
Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

HALAMAN PERSETUJUAN

Judul Skripsi : **MONITORING KONDISI PERTUMBUHAN
MANGROVE KECAMATAN LABUHAN
MARINGGAI KABUPATEN LAMPUNG TIMUR**

Nama : **Deri Rahli Kurniawan**

Nomor Pokok Mahasiswa : 1815013014

Program Studi : Teknik Geodesi


Jurusan : Teknik Geodesi dan Geomatika

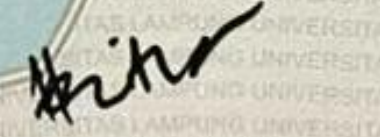
Fakultas : Teknik



Pembimbing I

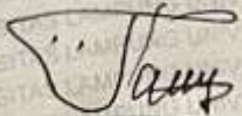
Pembimbing II


Ir. Ahmad Zakaria, M.T., Ph.D.
NIP. 19670514 199303 1 002


Citra Dewi, S.T., M.Eng
NIP. 19820112 200812 2 001

MENGETAHUI

Ketua Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika


Ir. Fauzan Murdapa, M.T., IPM.
NIP. 19641012 199203 1 002

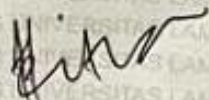
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

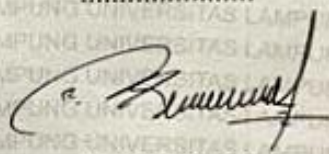
Ketua : Ir. Ahmad Zakaria, M.T., Ph.D.



Sekretaris : Citra Dewi, S.T., M. Eng



Anggota : Romi Fadly, S.T., M. Eng



2. Dehan Fakultas Teknik Universitas Lampung



Dr. Eng. Helmy Fitriawan, S.T., M.T.,
NIP. 1975092820011210002

Tanggal Ujian Skripsi : 12 Mei 2023

SURAT PERNYATAAN

Penulis adalah Deri Rahli Kurniawan dengan NPM 1815013014, dengan ini menyatakan bahwa yang tertulis dalam skripsi ini adalah hasil karya penulis berdasarkan pengetahuan yang telah penulis dapatkan. Skripsi ini berisi material yang dibuat sendiri dengan hasil rujukan beberapa sumber yang telah dipublikasikan dan bukan merupakan hasil plagiat karya orang lain.

Demikian pernyataan ini penulis buat dan dapat dipertanggung jawabkan apabila di kemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini, maka penulis siap untuk bertanggung jawab.

Bandar Lampung, 22 Mei 2023



Deri Rahli Kurniawan
NPM. 1815013014

RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama Deri Rahli Kurniawan, yang lahir di sebuah kampung kecil bernama Waykerap Mulangmaya, pada tanggal 17 Maret 1999. Sebagai anak keempat dari enam bersaudara dari pasangan bapak Hasan Basri dan ibu Rohayah.

Penulis menempuh pendidikan pertama di Sekolah Dasar (SD) tepatnya di SD N 01 Waykerap pada tahun 2006–2012. Penulis melanjutkan pendidikan Sekolah Menengah Pertama (SMP) yang ditempuh di SMP N 1 Semaka dan lulus pada tahun 2015. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) di SMK Ma'arif 1 Semaka pada tahun 2015 dan lulus pada tahun 2018.

Pada tahun 2018, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika, Program Studi S1 Teknik Geodesi, Fakultas Teknik, Universitas Lampung yang ditempuh melalui jalur Penerimaan Mahasiswa Perluasan Akses Pendidikan (PMPAP) pada tahun 2018.

Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah menjadi asisten dosen mata kuliah Survei Kadastral. Disamping itu, penulis juga aktif diberbagai organisasi internal kampus seperti Himpunan Mahasiswa Teknik Geodesi (Himages) sebagai anggota Departemen Sosial dan BEM Unila sebagai staff ahli Aksi Propaganda (Akspro) pada tahun 2018-2019.

Pada tahun 2020 penulis melakukan Kerja Praktik di Kementrian ATR/BPN Kota Bandar Lampung dengan judul “Pengukuran bidang tanah menggunakan GNSS metode RTK untuk pembuatan peta bidang tanah dan gambar ukur tanah pada PTSL Kelurahan Kedaung Kecamatan Kemiling Kota Bandar Lampung Provinsi Lampung”. Penulis juga melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) pada tahun 2021 di Desa Sukaraja Kecamatan Semaka Kabupaten Tanggamus Provinsi Lampung.

PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmanirrahim

Alhamdulillahirabbil'alamiin

Allahumma inni as-aluka ridhaaka wal jannah

Kupersembahkan Karyaku

Kepada Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya, saya sebagai penulis mendapatkan kekuatan dan kesempatan menyelesaikan skripsi.

Kepada bapak dan ibu yang selalu mendoakan untuk kesuksesan dan keberhasilan hidupku, atas limpahan kasih sayang dan kesabaran yang telah diberikan kepadaku.

Kepada keluarga besar dan sahabat-sahabatku yang telah memberikan dukungan berupa semangat dan moral.

Teman-teman angkatan 2018 yang tidak akan terlupakan atas kebersamaanya dalam perjuangan dan pengorbanan waktu selama ini untuk meraih cita-cita.

SANWACANA

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT, berkat rahmat, karunia dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Monitoring Kondisi Pertumbuhan Mangrove Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur”, dengan nikmat ilmu yang diberikan-Nya. Skripsi ini disusun untuk melengkapi salah satu persyaratan dalam memperoleh gelar sarjana Teknik Geodesi dan Geomatika di Universitas Lampung. Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis mendapatkan banyak saran, masukan, bimbingan dan pengarahan serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung.
2. Bapak Ir. Fauzan Murdapa, M. T., IPM., selaku Ketua Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika.
3. Bapak Ir. Ahmad Zakaria, M. T., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing 1 yang sudah banyak memberikan arahan dan bimbingan dalam penyelesaian skripsi ini.
4. Ibu Citra Dewi, S.T., M.Eng., selaku Dosen Pembimbing 2 yang telah memberikan arahan dan bimbingan dalam penyelesaian skripsi ini.
5. Bapak Romi Fadly, S.T., M.Eng., selaku Dosen Penguji yang telah memberikan saran dan masukan serta koreksi dalam penelitian yang dilakukan.
6. Seluruh dosen Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika yang telah memberikan banyak ilmu bermanfaat dan motivasi untuk menyelesaikan skripsi;
7. Seluruh staff Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika yang telah membantu proses administrasi perkuliahan maupun seminar-seminar.
8. Orang Tuaku, Hasan Basri dan Rohayah yang telah memberikan do’a dan seluruh kasih sayangnya kepada penulis, sehingga penulis dapat tumbuh dewasa penuh kasih sayang dan mendapatkan gelar sarjana.

9. Arya Pambudi, Gege Iwang, Nia Hana, dan teman-teman Geodesi yang telah memberikan semangat dan motivasi dalam perkuliahan.
10. Semua pihak yang namanya tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah memberikan dukungan semangat, doa, masukan dan bantuan dalam penyelesaian skripsi.

Semoga Allah SWT membalas kebaikan yang lebih besar untuk semua pihak-pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi. Akhir kata, penulis menyadari adanya keterbatasan ilmu dan pengalaman serta kurang sempurnya penulis dalam menyelesaikan skripsi, penulis memohon maaf dan kepada Allah SWT memohon ampun.

Bandar Lampung, 01 Mei 2023

Deri Rahli Kurniawan

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL	x
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian.....	2
1.2.1 Maksud Penelitian.....	2
1.2.2 Tujuan Penelitian	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Hipotesis	3
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.2 Hutan Mangrove	6
2.3 Degradasi Hutan Mangrove	8
2.4 Salinitas.....	8
2.5 Suhu	9
2.6 Penginderaan Jauh	10
2.7 Sistem Informasi Geografi (SIG).....	10
2.8 Indeks Vegetasi.....	11
2.9 <i>Enhanced Vegetation Index</i> (EVI)	12
2.10 Kerapatan Tajuk.....	13
2.11 Citra Landsat 8.....	14
2.12 Teknik Sampling	14
2.13 Metode Pengujian	16
2.14 Regresi Linier.....	17
III. METODE PENELITIAN.....	5
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	5
3.2 Studi Literatur	21
3.3 Persiapan	21
3.4 Pengumpulan Data	22
3.5 Pengolahan Data	22
3.5.1 Kerapatan Mangrove.....	22
3.5.2 Suhu	25
3.5.3 Salinitas.....	27
3.6 Analisis Data.....	28
3.7 Uji korelasi.....	28
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	29
4.1 Hasil.....	29
4.1.1 Peta Kerapatan Mangrove.....	29

4.1.2	Hasil Uji Akurasi	31
4.1.3	Peta Sebaran Suhu.....	32
4.1.4	Peta Sebaran Salinitas	34
4.1.5	Peta Sebaran Kerapatan Mangrove dan Suhu Rata-Rata	34
4.1.6	Peta Sebaran Kerapatan Mangrove dan Salinitas Rata-Rata.....	36
4.2	Pembahasan.....	37
4.2.1	Kerapatan Mangrove.....	37
4.2.2	Kerapatan Mangrove dan Suhu Rata-Rata.....	39
4.2.3	Kerapatan Mangrove dan Salinitas Rata-Rata	40
4.2.4	Uji Korelasi	41
V.	KESIMPULAN DAN SARAN	46
5.1	Kesimpulan	46
5.2	SARAN.....	46
	DAFTAR PUSTAKA.....	48

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Lokasi Penelitian.....	5
Gambar 2. Diagram alir tahapan penelitian.	20
Gambar 3. Nilai pixel dari foto kerapatan mangrove.....	25
Gambar 4. Peta kerapatan mangrove tahun 2013.....	29
Gambar 5. Peta kerapatan mangrove tahun 2015.	30
Gambar 6. Peta kerapatan mangrove tahun 2017.....	30
Gambar 7. Peta kerapatan mangrove tahun 2020.....	30
Gambar 8. Peta kerapatan mangrove tahun 2022.....	31
Gambar 9. Peta sebaran suhu tahun 2013.	32
Gambar 10. Peta sebaran suhu tahun 2015.	32
Gambar 11. Peta sebaran suhu tahun 2017.	33
Gambar 12. Peta sebaran suhu tahun 2020.	33
Gambar 13. Peta sebaran suhu tahun 2022.	33
Gambar 14. Peta sebaran salinitas.....	34
Gambar 15. Peta kerapatan mangrove dan suhu rata-rata tahun 2013.....	35
Gambar 16. Peta kerapatan mangrove dan suhu rata-rata tahun 2015.....	35
Gambar 17. Peta kerapatan mangrove dan suhu rata-rata tahun 2017.....	35
Gambar 18. Peta kerapatan mangrove dan suhu rata-rata tahun 2020.....	36
Gambar 19. Peta kerapatan mangrove dan suhu rata-rata tahun 2022.....	36
Gambar 20. Peta kerapatan mangrove dan salinitas rata-rata tahun 2022.	37
Gambar 21. Grafik perubahan luas mangrove.	38
Gambar 22. Grafik perubahan kerapatan mangrove.	39
Gambar 23. Grafik kerapatan mangrove dan suhu rata-rata.	40
Gambar 24. Grafik uji korelasi suhu rata-rata dan kerapatan mangrove rapat.	42
Gambar 25. Grafik uji korelasi suhu rata-rata dan kerapatan mangrove sedang.	43
Gambar 26. Grafik uji korelasi suhu rata-rata dan kerapatan mangrove jarang.	44
Gambar 27. Grafik uji korelasi kerapatan mangrove dan salinitas rata-rata.....	45

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Perhitungan penentuan jumlah plot sampel kerapatan tajuk.....	15
Tabel 2. konsep uji akurasi perhitungan confusion matrix.	16
Tabel 3. Perhitungan matriks konfusi.	31
Tabel 4. Kerapatan mangrove dan suhu rata-rata.....	39
Tabel 5. Suhu rata-rata dan kerapatan mangrove.....	41
Tabel 6. salinitas rata-rata dan kerapatan mangrove.	44

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Mangrove merupakan ekosistem peralihan antara darat dan laut yang biasanya tumbuh dan berkembang di kawasan pesisir yang dilindungi di daerah tropis dan subtropis yang memiliki peran dan fungsi yang sangat penting bagi biota laut dan masyarakat setempat. Hutan mangrove di seluruh dunia tercatat dalam laporan FAO (*Food and Agriculture Organization*) memiliki luas 16.530.000 ha. Luas hutan mangrove di Asia tercatat seluas 7.441.000 ha, di Afrika tercatat seluas 3.258.000 ha, dan di Amerika tercatat seluas 5.831.000 ha. Sedangkan menurut Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan pada Tahun 2021 diketahui bahwa luas hutan mangrove Indonesia memiliki luas 3.364.076 ha. Indonesia memiliki rata-rata tingkat kehilangan luas hutan mangrove 52.000 ha setiap tahunnya.

Provinsi Lampung bagian timur merupakan salah satu daerah yang memiliki sebaran hutan mangrove yang cukup luas, berada di sepanjang 896 km dari total panjang pantai sepanjang 1.105 km yang tepatnya berada di pantai timur Sumatera. Daerah tersebut masuk kedalam kawasan Taman Nasional Way Kambas (TNWK), Pasir Sakti, dan Labuhan Maringgai. Tercatat pada tahun 1973 luas hutan mangrove di Lampung Timur mencapai 2.373,29 ha, mengalami penurunan luas pada tahun 1994 hingga luasannya menjadi 626,67 ha, dan kemudian mengalami penambahan luas di tahun 2013 menjadi 1.166,21 ha. Kenaikan luasan tutupan mangrove ini terjadi karena adanya fenomena tanah timbul yang luasnya mencapai 700 ha (Yuliasamaya, 2014).

Menurut (Safe'i, 2020) kondisi kesehatan hutan mangrove di Kecamatan Labuhan Maringgai cenderung kearah yang kurang baik yang menyebabkan mangrove jenis api-api banyak yang mati. Hal tersebut ditunjukkan berdasarkan kategori status kondisi kesehatan hutan mangrove dengan status “sedang” dan

“baik” tercatat masing-masing sebesar 25% dan status “buruk” sebesar 50%. Perubahan kondisi hutan mangrove tersebut disebabkan karena peningkatan kerusakan pohon dan kondisi tajuk yang dapat berpengaruh pada pertumbuhan pohon sehingga akan berdampak pada kondisi tumbuhan mangrove secara keseluruhan.

Faktor yang mempengaruhi sebaran dan kondisi mangrove adalah pengaruh dari perubahan suhu dan kualitas air yang akan berdampak pada kerentanan kondisi ekosistem mangrove dan dapat menyebabkan ancaman kerusakan, pertumbuhan, dan kelangsungan hidup mangrove. Untuk mengetahui kondisi pertumbuhan dan sebaran mangrove perlu dilakukan pemetaan dengan memanfaatkan sistem informasi geografis (SIG) dan penginderaan jauh sebagai alat bantu untuk menentukan tingkat kepadatan mangrove dan kondisi suhu. Sedangkan kualitas air laut diperoleh melalui pengambilan data lapangan dengan melakukan sebaran sampel berdasarkan kategori kondisi mangrove.

Berdasarkan penelitian sebelumnya menyebutkan kondisi hutan mangrove yang berada di Lampung Timur dalam kondisi kurang baik. Penelitian ini sangat penting dilakukan untuk memonitoring kondisi pertumbuhan mangrove sehingga dapat mendukung kegiatan pengelolaan hutan mangrove di sepanjang pesisir Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur.

1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian

Penelitian ini memiliki maksud dan tujuan dari hasil yang akan dilaksanakan kemudian akan ditulis secara jelas dan benar oleh penulis dalam bentuk laporan.

1.2.1 Maksud Penelitian

Maksud dilakukan penelitian ini adalah untuk melakukan monitoring pertumbuhan mangrove di sepanjang pesisir pantai Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur.

1.2.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Melakukan analisis pertumbuhan mangrove dari tahun 2013, 2015, 2017, 2020, dan 2022.
2. Mengetahui hubungan keterkaitan antara suhu dan salinitas dengan pertumbuhan mangrove di Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur.

1.3 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini memiliki beberapa ruang lingkup seperti yang tertera dibawah ini:

1. Lokasi yang menjadi studi kasus dalam melakukan penelitian ini dilakukan di sepanjang pesisir hutan mangrove Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur.
2. Penelitian ini meliputi objek ekosistem mangrove, suhu, dan salinitas.
3. Data yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah citra satelit landsat 8, dan air laut.
4. Metode yang digunakan dalam penentuan tingkat kerapatan tajuk mangrove adalah menggunakan metode EVI.

1.4 Hipotesis

Menurut (Yanti, 2021) hutan mangrove di Labuhan Maringgai pada tahun 2014 memiliki luas sekitar 817,59 ha, sedangkan pada tahun 2017 memiliki luas sekitar 700 ha. Sedangkan (Safe'i, 2020) menyebutkan bahwa kondisi kesehatan hutan mangrove di Desa Margasari cenderung kearah yang kurang baik sehingga menyebabkan setidaknya ada ribuan mangrove jenis api-api mati.

Maka dapat diambil hipotesis awal bahwa hutan mangrove di Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur dalam kondisi kurang baik. Mengingat pentingnya fungsi hutan mangrove untuk kelangsungan hidup berbagai jenis biota laut dan masyarakat setempat maka perlu dilakukan

pengamatan hutan mangrove sebagai upaya untuk mendukung kegiatan monitoring, inventarisasi dan konservasi mangrove.

II. TINJAUN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian ini dilakukan dengan kajian pustaka yang diambil dari jurnal penelitian sebelumnya, penelitian yang pertama dilakukan oleh (Safe'i, 2020) yang berjudul “Nilai Status dan Perubahan Kesehatan Hutan Mangrove Studi Kasus Hutan Mangrove di Desa Margasari Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur”. Penelitian dilakukan untuk mengetahui tingkat kesehatan hutan sehingga para pengelola hutan dapat mengetahui kondisi kesehatan hutan dan keputusan apa yang harus dilakukan terhadap kondisi tersebut secara cepat dan akurat. Hasil dari penelitian ini menunjukkan Perubahan nilai kondisi kesehatan hutan mangrove di Desa Margasari cenderung kearah yang kurang baik. Hal tersebut terlihat dari kategori status kondisi kesehatan hutan mangrove menunjukkan hasil pengukuran pertama diperoleh status “baik” dan “buruk” masing-masing sebesar 50%, sedangkan hasil pengukuran kedua diperoleh status “sedang” dan “baik” masing-masing sebesar 25% dan status “buruk” sebesar 50%.

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh (Pravita, 2020) yang berjudul “Perbandingan Algoritma Transformasi *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) dan *Enhanced Vegetation Index* (EVI) untuk Analisis Kerapatan Lahan Mangrove”. Studi ini dilakukan untuk membandingkan algoritma metode NDVI dan EVI untuk mendapatkan metode konversi indeks vegetasi yang lebih akurat bila diterapkan pada analisis kerapatan lahan mangrove. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa metode EVI memiliki skor akurasi yang lebih tinggi dibandingkan metode NDVI pada tahun 2019 ketika diterapkan untuk menentukan tingkat kerapatan mangrove. Hal ini didukung oleh hasil perhitungan matriks konfusi, dengan nilai akurasi keseluruhan sebesar 73,68% untuk metode NDVI dibandingkan dengan nilai akurasi keseluruhan sebesar 84,21% untuk metode EVI pada kawasan hutan mangrove seluas 637,38 ha.

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh (Trida, dkk., 2019) yang berjudul “Komparasi Kemampuan Citra Satelit Landsat Dalam Mengidentifikasi Suhu Permukaan Daratan di Kota Pekalongan”. Studi ini bertujuan untuk membandingkan band pita termal antara citra satelit Landsat 7 dan Landsat 8 untuk mengidentifikasi LST, dan melihat perubahan dari waktu ke waktu. Hasil penelitian ini menunjukkan citra satelit landsat 8 cenderung lebih baik untuk pemetaan LST di kota Pekalongan. Citra satelit Landsat 8 juga digunakan untuk mengidentifikasi perubahan LST di Kota Pekalongan. Dari tahun 2015 hingga tahun 2019, Kota Pekalongan mengalami kenaikan suhu sekitar 0,60 °C. Daerah dengan variasi suhu terbesar adalah Kecamatan Pekalongan Selatan.

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh (Susiana, 2015) yang berjudul “Analisis Kualitas Air Ekosistem Mangrove di Estuari Perancak Bali”. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis kualitas dan restorasi alami perairan mangrove yang meliputi DO, salinitas, suhu, PH, nitrat dan amoniak, serta sedimen. Hasil penelitian ini menunjukkan kisaran kondisi kualitas air di kawasan mangrove memiliki DO 1,75-3,54 mg/l, suhu 29,08-30,50 °C, salinitas 20,16-38,27‰, PH 7,99-8,13, NO₃ antara 0.1391-0.4037 mg/l dan NH₄ 0.0539-0.1423 mg/l. Sedangkan di kawasan restorasi mangrove kondisi kualitas air memiliki DO sebesar 1.85-2.20 mg/l, suhu 29.01-29.41 °C, salinitas 17,41-22,87‰, PH 7,86-7,97, NO₃ 0,1590-0,2693 mg/l, NH₄ 0,0857-0,0947 mg/l. Dari hasil tersebut menunjukkan adanya perbedaan kualitas air, kawasan restorasi mangrove menunjukkan nilai DO, salinitas, suhu, nitrat, dan amoniak lebih tinggi dibandingkan kawasan mangrove di Perancak Bali.

2.2 Hutan Mangrove

Hutan mangrove merupakan formasi tumbuhan yang spesifik dan biasanya tumbuh dan berkembang di kawasan pesisir yang dilindungi di daerah tropis dan subtropis. Kata mangrove sendiri berasal dari gabungan bahasa Portugis yaitu *mangue* dan bahasa Inggris yaitu *grove* (M. Aufa, 2020). Dalam bahasa Portugis, kata mangrove digunakan untuk spesies tumbuhan individu dan kata *mangal* digunakan untuk komunitas hutan yang terdiri dari individu jenis mangrove.

Sedangkan dalam bahasa Inggris kata mangrove digunakan untuk komunitas pohon atau rerumputan yang tumbuh di daerah kawasan pesisir maupun jenis tumbuhan lain yang tumbuh bersama mereka. M. Aufa (2020), menyebutkan bahwa kata mangrove berasal dari bahasa melayu kuno yaitu Mangimangi yang digunakan untuk menyebut marga *Avicennia* dan istilah tersebut masih digunakan untuk wilayah Maluku hingga saat ini. Berbagai macam istilah yang digunakan sebagai sebutan pada hutan mangrove, antara lain adalah *coastal woodland*, *mangal* dan *tidal forest* (Macnae, 1968 dalam M. Aufa, 2020).

Hutan mangrove merupakan tumbuhan peralihan antara daratan lautan yang memiliki manfaat untuk kelangsungan hidup biota laut dan masyarakat setempat sebagai tempat mencari mata pencaharian. Dari segi ekologis mangrove memiliki fungsi yang sangat penting yaitu berperan sebagai rantai makanan di perairan yang dapat memberikan kehidupan bagi berbagai jenis ikan, udang dan moluska. Selain itu hutan mangrove tidak hanya menyediakan makanan bagi biota air, tetapi juga menjadi rumah bagi kelangsungan hidup biota laut untuk berlindung. Tipe perakaran beberapa jenis tumbuhan mangrove, kondisi lantai hutan, dan alur-alur yang saling berhubungan merupakan perlindungan bagi berbagai biota laut. Kondisi tersebut juga sangat berguna dalam memberikan rumah bagi biota laut untuk berkembang biak, dan pertumbuhan biota laut serta sebagai tempat untuk mencari makanan bagi ikan dan udang yang hidup di bawah hutan, karena sumber makanannya tersedia dan terlindung dari ikan pemangsa. Ekosistem mangrove juga berfungsi sebagai habitat spesies ikan, kepiting, dan kerang yang memiliki nilai ekonomi yang besar. Dari segi fisik, hutan mangrove berperan dalam melindungi wilayah pesisir dari angin, arus dan gelombang laut, serta berperan sebagai benteng dari dampak banjir dari daratan (Pramudji, dalam M. Aufa, 2020). Jenis akar dari beberapa jenis tumbuhan bakau (*pneumatophores*) juga mampu mengendapkan lumpur, sehingga memungkinkan areal hutan bakau berkembang dan bertambah luas. Selain itu, akar mangrove juga dapat berperan sebagai perangkap sedimen dan mengendapkan sedimen, artinya dapat melindungi ekosistem lamun dan terumbu karang dari ancaman tertimbun lumpur. Terciptanya keutuhan dan kelestarian ketiga ekosistem tersebut terhadap ancaman kerusakan dapat menciptakan ekosistem yang sangat luas dan kompleks serta

dapat menjaga kesuburannya, sehingga dapat menciptakan dan menyuburkan perairan pesisir dan sekitarnya (Pramudji, dalam M. Aufa, 2020).

2.3 Degradasi Hutan Mangrove

Degradasi (kerusakan) hutan mangrove pada umumnya disebabkan oleh 2 faktor utama yaitu alam, misalnya angin topan yang dapat merusak ekosistem hutan mangrove, dan aktivitas manusia, seperti alih fungsi lahan dari hutan mangrove menjadi kawasan budidaya (Nybakken, dalam Setiawan, 2018). Menurut Setiawan (2018), kerusakan hutan mangrove dapat menyebabkan berbagai dampak yaitu :

1. Kerusakan hutan mangrove dapat mengakibatkan peningkatan intrusi air laut ke daratan.
2. Konversi lahan hutan mangrove menjadi lahan budidaya dapat menyebabkan peningkatan genangan air, menjadikannya tempat berkembang biak yang baik bagi populasi nyamuk.
3. Penebangan pohon mangrove untuk produksi kayu bakar dan arang dapat berdampak pada peningkatan suhu permukaan.

2.4 Salinitas

Salinitas adalah tingkat kadar garam atau keasinan yang terlarut didalam air. Salinitas merupakan salah satu faktor yang sangat menentukan perkembangan dan pertumbuhan mangrove, oleh sebab itu zonasi setiap habitat mangrove selalu berbeda sesuai dengan kondisi lingkungannya. Lokasi yang berada pada zona terbuka dan berhadapan langsung dengan laut bebas sangat mempengaruhi salinitas di daerah habitat mangrove. Salinitas dinyatakan dalam permil (o/oo) atau ppt (*part per thousand*) atau g/l. Tujuh ion utama penyusun salinitas adalah sodium, potassium, kalium, magnesium, klorida, sulfat dan bikarbonat, sedangkan unsur lainnya adalah fosfor, nitrogen, dan unsur mikro. Salinitas air tanah dipengaruhi oleh banyak faktor, termasuk genangan pasang surut, topografi, curah hujan, air tawar dan masuknya air sungai, limpasan tanah, dan penguapan.

Salinitas optimum yang dibutuhkan mangrove untuk tumbuh berkisar antara 10-30 ppt. Menurut (Ario *et al.*, 2015) mangrove tumbuh subur di muara dengan tingkat salinitas antara 10 dan 30 ppt. Salinitas yang sangat tinggi (± 35 ppt) dapat mempengaruhi vegetasi mangrove. Salinitas dapat secara langsung mempengaruhi laju pertumbuhan dan zonasi mangrove. Suhu tinggi pada siang hari, dan salinitas meningkat saat air pasang. Perubahan salinitas tidak langsung berpengaruh terhadap perilaku biota laut tetapi berpengaruh terhadap perubahan sifat kimia air.

Spesies vegetasi mangrove memiliki mekanisme adaptasi yang tinggi terhadap salinitas, namun bila suplai air tawar tidak tersedia akan menyebabkan kadar garam tanah dan air mencapai kondisi ekstrim sehingga mengancam kelangsungan hidup mangrove.

2.5 Suhu

Suhu merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan ekosistem mangrove. Menurut Kusmana, (2005) mangrove akan tumbuh subur pada daerah tropis dengan suhu udara lebih dari 20°C dengan kisaran perubahan suhu udara rata-rata kurang dari 5°C. Jenis *Avicennia* lebih mampu mentoleransi kisaran suhu udara dibanding jenis mangrove lainnya. Mangrove tumbuh di daerah tropis dimana daerah tersebut sangat dipengaruhi oleh curah hujan yang mempengaruhi tersedianya air tawar yang diperlukan mangrove. Suhu berperan penting dalam proses fisiologis (fotosintesis dan respirasi).

Produksi daun baru *Avicennia marina* terjadi pada suhu 18-20°C dan jika suhu lebih tinggi maka produksi menjadi berkurang. *Rhizophora stylosa*, *Ceriops sp.*, *Excocaria sp.* dan *Lumnitzera sp.* tumbuh optimal pada suhu 26-28°C, *Bruguiera sp.* tumbuh optimal pada suhu 27°C, dan *Xylocarpus sp.* tumbuh optimal pada suhu 21-26°C (Kusmana, 1995).

2.6 Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh merupakan ilmu untuk memperoleh informasi fenomena alam pada suatu objek (permukaan bumi) tanpa melakukan kontak langsung pada objek di permukaan bumi yang didapatkan dengan mengukur pantulan atau pancaran gelombang elektromagnetik. Objek di permukaan bumi didasarkan pada nilai pantul energi gelombang elektromagnetik yang dipancarkan oleh benda-benda di permukaan bumi, kemudian energi tersebut akan terdeteksi oleh sensor. Ada tiga kelompok objek di permukaan bumi yang dapat terdeteksi oleh sensor yaitu air, vegetasi, dan tanah yang masing-masing memancarkan energi elektromagnetik dengan fungsi pemetaan citranya tergantung dari karakteristik dari masing-masing citra satelit (Rahmatullah, 2019).

Ada empat komponen dasar dalam sistem penginderaan jauh, yaitu sumber daya, saluran transmisi, target, dan sensor. Dari keempat komponen sistem ini akan saling terkait dan bekerja sama dalam perekaman objek bentuk rupa permukaan bumi tanpa melakukan kontak langsung terhadap objek. Sumber energi tersebut digunakan untuk memancarkan energi elektromagnetik, dimana energi tersebut berinteraksi dengan target dan berfungsi sebagai media untuk mengirimkan informasi dari target ke sensor. Sensor adalah alat yang digunakan untuk merekam radiasi elektromagnetik, kemudian data dikirim ke stasiun penerima dan diproses menjadi format yang siap untuk diproses berupa citra, kemudian citra tersebut akan diinterpretasikan. Proses interpretasi merupakan kombinasi penggunaan komputer dan perangkat lunak pengolah citra secara visual dan otomatis untuk menyajikan informasi yang diinginkan (Wirandha, dalam Rahmatullah, 2019).

2.7 Sistem Informasi Geografi (SIG)

Sistem Informasi Geografis (SIG) pada dasarnya adalah suatu sistem informasi yang dirancang untuk bekerja dengan mengacu pada koordinat spasial atau geografis dalam berbagai jenis desain spasial. Ketersediaan data geospasial merupakan kebutuhan yang paling utama. Berpikir spasial dan bertindak spasial

(*think spatially and act spatially*) merupakan pendekatan utama yang harus disertakan ketika menggunakan SIG, oleh karena itu semua data SIG harus bereferensi spasial dan hasilnya disajikan dalam bentuk spasial. SIG merupakan sistem yang dapat digunakan untuk mengelola berbagai bidang aplikasi yang terkait dengan aspek spasial. Salah satu penerapan aplikasi SIG menurut Kadir, (2018) adalah monitoring, dimana SIG dapat digunakan untuk memantau perubahan yang terjadi terhadap suatu objek secara efektif. Salah satu kegiatan yang dilakukan adalah pemantauan perubahan penggunaan lahan dan tutupan lahan. Salah satu bidang penerapan SIG secara umum meliputi *mapping* yang terdiri dari berbagai kegiatan pemetaan, *measurement* yakni yang meliputi aspek-aspek pengukuran, *modelling* dimana yang berhubungan dengan kegiatan permodelan terhadap suatu kondisi atau fenomena manajemen.

2.8 Indeks Vegetasi

Indeks vegetasi adalah bagian hijau dari vegetasi yang diperoleh dengan pemrosesan sinyal digital dari nilai kecerahan data sensor satelit multispektral. Untuk memantau vegetasi, perlu dilakukan perbandingan nilai band merah dan band inframerah dekat. Fenomena penyerapan cahaya merah oleh klorofil dan pemantulan cahaya inframerah dekat oleh jaringan mesofil yang terdapat pada daun tumbuhan menyebabkan nilai kecerahan yang diterima sensor satelit pada saluran tersebut berbeda jauh. Area kosong seperti badan air, area pemukiman, lahan kosong terbuka, dan area dengan vegetasi terdegradasi tidak akan menunjukkan nilai rasio yang tinggi (terendah). Sebaliknya, daerah dengan vegetasi yang sangat rapat dalam kondisi sehat akan memiliki rasio yang sangat tinggi (M. Auфа, 2020).

Analisis kehijauan adalah salah satu langkah yang paling sederhana dari kuantitas umum dan pantulan vegetasi hijau. Indeks vegetasi ini dirancang untuk memberikan ukuran jumlah keseluruhan dan kualitas bahan klorofil vegetasi, yang penting untuk memahami keadaan vegetasi untuk tujuan tertentu. M. Auфа, (2020) menjelaskan bahwa indeks vegetasi (*vegetation index*) dianalisa berdasarkan nilai-nilai kecerahan digital, dilakukan untuk percobaan mengukur biomassa tumbuhan.

Sebuah indeks vegetasi terbentuk dari kombinasi beberapa nilai spektral dengan menambahkan, membagi, atau mengalikan nilai pixel yang dirancang untuk menghasilkan nilai tunggal yang menunjukkan jumlah atau kekuatan vegetasi tersebut.

2.9 *Enhanced Vegetation Index (EVI)*

Enhanced vegetation index (EVI) merupakan pengembangan dari metode penentuan indeks vegetasi untuk mengatasi keterbatasan dari NDVI (*Normalize difference vegetation index*) dengan mengoptimalkan sensitivitas sinyal vegetasi yang lebih baik pada daerah-daerah dengan biomasa yang tinggi, pengaruh dari latar belakang tanah dan sinyal kanopi meningkatkan tingkat kehijauan vegetasi dan mengurangi pengaruh kondisi atmosfer terhadap nilai vegetasi indeks dengan menambahkan informasi pada band biru. EVI lebih sensitif dalam menentukan perubahan struktur tajuk, termasuk *Leaf Area Index (LAI)*, tipe tajuk, flora, dan bentuk tajuk dibandingkan dengan NDVI yang umumnya hanya merespon jumlah klorofil (M. Aufa, 2020). Algoritma EVI juga dirancang agar memiliki sensitivitas yang lebih baik terhadap citra pada daerah sangat hijau (subur dan lebat).

Algoritma EVI dirumuskan dengan persamaan dibawah ini (M. Aufa, 2020).

$$EVI = G \frac{(NIR - RED)}{(NIR + C1 \times RED - C2 \times BLUE + L)} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

C1, C2 : faktor pembobotan untuk mengatasi aerosol (C1 bernilai 6, dan C2 bernilai 7.5)

L : faktor kalibrasi efek kanopi dan tanah (bernilai 1)

G : faktor skala (bernilai 2.5)

NIR : Inframerah dekat (kanal 5 pada landsat)

RED : Nilai reflektansi pada kanal merah (kanal 4 pada landsat 8)

BLUE : Nilai reflektansi pada kanal biru (kanal 2 pada landsat 8).

2.10 Kerapatan Tajuk

Tajuk merupakan keseluruhan bagian tumbuhan, terutama pohon, perdu, atau liana, yang berada di atas permukaan tanah yang menempel pada batang utama. Tajuk adalah bagian penyusun dari kanopi yang bertautan sehingga membentuk kesinambungan dan menjadi atap hutan (BIG No. 03/2014). Departemen Kehutanan, (2005) menyebutkan bahwa kerapatan tajuk merupakan parameter penting yang dapat diketahui dari data citra satelit untuk penentuan tingkat kekritisian hutan mangrove. Nilai indeks vegetasi untuk kerapatan tajuk mangrove sebagai berikut:

- 1) Kerapatan tajuk lebat ($0,43 \leq NDVI \leq 1,00$)
- 2) Kerapatan tajuk sedang ($0,33 \leq NDVI \leq 0,42$)
- 3) Kerapatan tajuk jarang ($-1,0 \leq NDVI \leq 0,32$).

Menurut BIG No.03/2014, kerapatan mangrove dilakukan dengan mengambil gambar vertikal dengan lensa fisheye. Persentase nilai kerapatan tajuk dibagi menjadi 3 kategori yaitu rapat lebih dari 70%, sedang lebih dari 50-70% dan jarang kurang dari 50%. Menurut (Dharmawan, I dan Pramudji, 2014) persentase tutupan mangrove yang dihitung dengan metode *fotografi hemispherical* membutuhkan kamera dengan lensa fisheye dengan sudut pandang 180° pada satu titik untuk pengambilan foto (Dharmawan, I dan Pramudji, 2014). Penggunaan metode ini baru diterapkan di Indonesia pada hutan mangrove, penggunaannya cukup mudah dan menghasilkan data yang lebih akurat. Teknis pelaksanaannya adalah sebagai berikut:

1. Setiap petak berukuran $10 \times 10 \text{ m}^2$ dibagi menjadi 4 petak kecil berukuran $5 \times 5 \text{ m}^2$.
2. Titik pengambilan gambar ditempatkan di dekat pusat bidang harus berada di antara pepohonan dan hindari pengambilan gambar tepat di sebelah batang utama.
3. Kamera harus diposisikan setinggi dada peneliti yang difoto dan tegak lurus dengan langit.

2.11 Citra Landsat 8

Landsat adalah salah satu wahana penginderaan jauh yang diluncurkan pertama kali pada tahun 1972. Satelit Landsat memiliki dua sensor yang disebut *multispectral scanner* (MSS). Sensor TM memiliki resolusi hingga 30 x 30 m dan beroperasi untuk mengumpulkan data di permukaan bumi pada area pengamatan seluas 185 km x 185 km. Di sisi lain, resolusi radiometriknya adalah 8 bit dengan nilai rentang data untuk setiap piksel adalah 0-225. Sensor TM merupakan sistem yang sangat kompleks yang memerlukan toleransi pembuatan yang sangat kecil, sehingga tidak memungkinkan di masa mendatang untuk memperkecil resolusi spasial sampai dibawah 20 m.

Penggunaan citra landsat untuk pemetaan penggunaan lahan sangat populer di negara-negara berkembang untuk mempercepat perolehan data yang dibutuhkan atau untuk memperbarui data yang tidak baik. Pendekatan berlapis adalah korelasi dari semua data yang tersedia, data kebenaran lapangan, citra udara, dan data satelit. Citra landsat memberikan gambaran tentang suatu wilayah atau negara membentuk sekumpulan data yang lebih rinci dengan menggunakan kombinasi penelitian lapangan dan foto udara. Citra satelit landsat 8 memiliki 11 saluran *Onboard Operational Land Imager* (OLI) dan sensor *Thermal Infrared Sensor* (TIRS). Dari saluran ini, 9 saluran (band 1-9) ada di OLI dan 2 lainnya (band 10 dan 11) ada di TIRS. Sebagian besar saluran memiliki spesifikasi yang mirip dengan landsat 7 (Vladimir, 2021).

2.12 Teknik Sampling

Menurut (Nurhalis, 2014) pemilihan teknik pengambilan sampel merupakan upaya penelitian untuk mendapat sampel yang representatif (mewakili) terhadap gambaran pengolahan. Teknik pengambilan sampel dibagi atas 2 kelompok besar, yaitu *probability sampling (random sample)* dan *non probability sample (selected sample)*. Ada 5 cara pengambilan sampel secara random, yaitu sebagai berikut:

1. Sampel random sederhana (*simple random sampling*) yaitu proses pengambilan sampel dilakukan dengan memberi kesempatan yang sama pada setiap anggota

populasi untuk menjadi anggota sampel. Proses memilih sejumlah sampel n dari populasi N yang dilakukan secara random.

2. Sampel random sistematik (*systematic random sampling*) proses pengambilan sampel dengan setiap urutan ke "K" dari titik awal yang dipilih secara random.
3. Sampel random berstrata (*stratified random sampling*) populasi dibagi ke dalam strata-strata (sub populasi), kemudian pengambilan sampel dilakukan dalam setiap strata, baik secara *simple random sampling* maupun secara *systematic random sampling*.
4. Sampel random berkelompok (*cluster sampling*) pengambilan sampel dilakukan terhadap sampling unit yang terdiri dari satu kelompok (*cluster*).
5. Sampel bertingkat (*multi stage sampling*) proses pengambilan sampel dilakukan bertingkat, baik bertingkat dua maupun lebih.

Dalam penelitian ini menggunakan metode *stratified random*, dimana setiap objek jumlah sampel yang harus diambil proporsional terhadap luasan mangrove yang ada. Perbandingan jumlah titik sampel minimal yang harus diambil dengan skala pada peta.

Tabel 1. Perhitungan penentuan jumlah plot sampel kerapatan tajuk.

Skala	Kelas kerapatan	Minimal plot	Total sampel minimal (TSM)
1 : 25.000	5	30	50
1 : 50.000	3	20	30
1 : 250.000	2	10	20

Rumus yang digunakan untuk menentukan jumlah sampel minimal dalam luas (HA) mangrove adalah sebagai berikut:

$$A = TSM + \left(\frac{\text{luas (ha)}}{1500} \right) \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan :

A : jumlah sampel minimal

TSM : Total minimal sampel

Jumlah sampel plot kerapatan tajuk minimal adalah 60% dari total sampel minimal (BIG No.03/2014).

2.13 Metode Pengujian

Uji akurasi dilakukan untuk menilai ketelitian hasil klasifikasi citra. Uji akurasi dilakukan setelah pengambilan sampel di lapangan. Dalam melakukan uji akurasi untuk mendapatkan hasil ketelitian klasifikasi citra yang lebih baik, hasil klasifikasi citra dilakukan pengujian terhadap data sampel lapangan. Pengujian ketelitian yang dimaksud adalah melakukan perbandingan dengan menyusun matriks kesalahan (*confussion matrix*).

Berdasarkan Peraturan Kepala BIG No 8 Tahun 2014 Tentang Pedoman Teknis Pengumpulan dan Pengolahan Data Geospasial Habitat Dasar Perairan Laut Dangkal, akurasi hasil interpretasi minimal sebesar 60%. Berikut adalah bentuk tabel dari matriks kesalahan, yaitu:

Tabel 2. konsep uji akurasi perhitungan *confussion matrix*.

Data terklasifikasi	Data			Total baris	Ketelitian pembuat
	a	b	c		
A	$X_{1,1}$	$X_{1,2}$	$X_{1,3}$	$X_{1,1}$	$X_{1,1}/X_{1,1}$
B	$X_{2,1}$	$X_{2,2}$	$X_{2,3}$	$X_{1,2}$	$X_{2,2}/X_{1,2}$
C	$X_{1,1}$	$X_{1,2}$	$X_{1,3}$	$X_{1,3}$	$X_{1,3}/X_{1,3}$
Total kolom	$X_{1,1}$	$X_{1,2}$	$X_{1,3}$	N	
Ketelitian pengguna	$X_{1,1}/X_{1,1}$	$X_{2,2}/1,2$	$X_{1,3}/X_{1,3}$		

Keterangan:

A, B, C = Atribut objek pada citra

a, b, c = Atribut objek pada data lapangan

Dari matrik uji ketelitian tersebut dapat dihitung nilai ketelitian atribut (*overall accuracy*) suatu unsur peta dasar sebagai yaitu:

$$\text{Akurasi keseluruhan} = \frac{N_{\text{benar}}}{N} \times 100 \% \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan :

N_{benar} = Total sampel diagonal

N = Total sampel keseluruhan

2.14 Regresi Linier

Menurut (Kurniawan, dalam Syilfi *et al.*, 2012) regresi linier adalah metode statistik yang digunakan untuk membentuk model atau hubungan antara satu atau lebih variabel bebas X dengan sebuah variabel respon Y. Analisis regresi dengan satu variabel bebas X disebut sebagai regresi linier sederhana, sedangkan jika terdapat lebih dari satu variabel bebas X, disebut sebagai regresi linier berganda. Analisis regresi linear merupakan analisis yang digunakan untuk mengetahui bagaimana variabel dependen dapat diprediksikan dengan melalui variabel independen. Penggunaan analisis ini berguna untuk menguji apakah naik atau turunnya variabel dependen dengan menaikkan atau menurunkan variabel independen, atau meningkatkan variabel dependen dengan menaikkan atau menurunkan variabel independen dan sebaliknya.

Analisis regresi adalah analisis statistika yang digunakan untuk memeriksa serta memodelkan hubungan antar variabel-variabel. Dalam analisis regresi memiliki dua jenis variabel yaitu variabel dependen (variabel terikat) yang dinotasikan dengan Y, variabel dependen merupakan variabel yang dipengaruhi variabel lainnya. Serta variabel independen (variabel bebas) dapat dinotasikan dengan X, variabel ini merupakan variabel yang tidak dipengaruhi oleh variabel lain. Analisis regresi linear dibagi menjadi dua, jika variabel bebas (X) hanya satu maka analisis tersebut disebut regresi linear sederhana. Jika variabel bebas (X) memiliki hubungan dengan variabel terikat (Y) lebih dari satu maka disebut regresi linear berganda. Regresi linear sederhana merupakan analisis persamaan regresi dengan menggambarkan hubungan satu variabel bebas (X) atau variabel independen dan satu variabel tak bebas (Y). hubungan antara dua variabel tersebut dapat dituliskan dengan persamaan berikut:

$$Y = \alpha + \beta X \dots\dots\dots (4)$$

$$\alpha = \frac{(\sum Y_i)(\sum X_i) - (\sum X_i)(\sum X_i Y_i)}{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}$$

$$b = \frac{n (\sum X_i Y_i) - (\sum X_i)(\sum Y_i)}{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}$$

Dimana:

Y : variabel tak bebas

X : variabel bebas

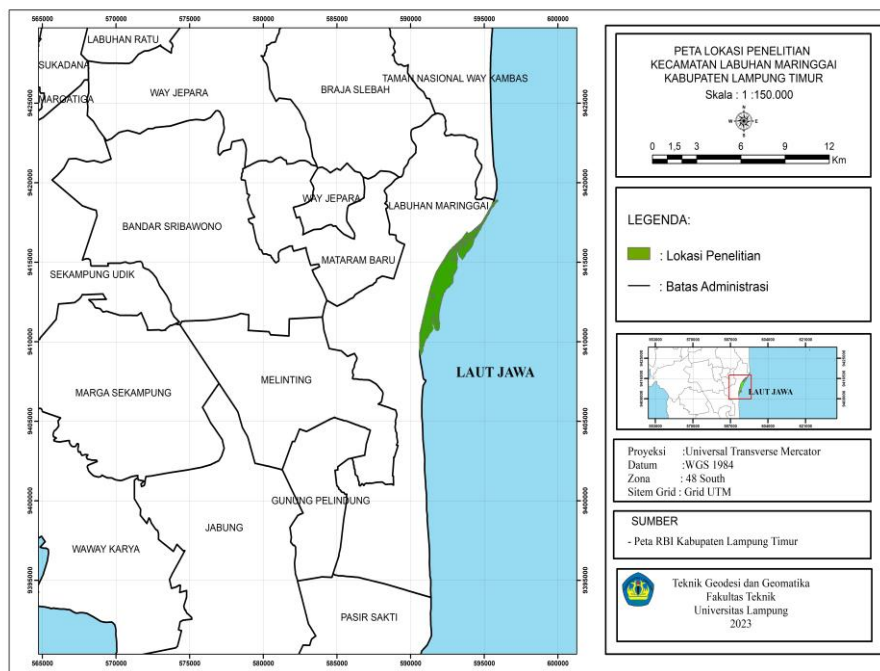
α : perpotongan sumbu tegak

β : *gradient* / kemiringan

III. METODE PENELITIAN

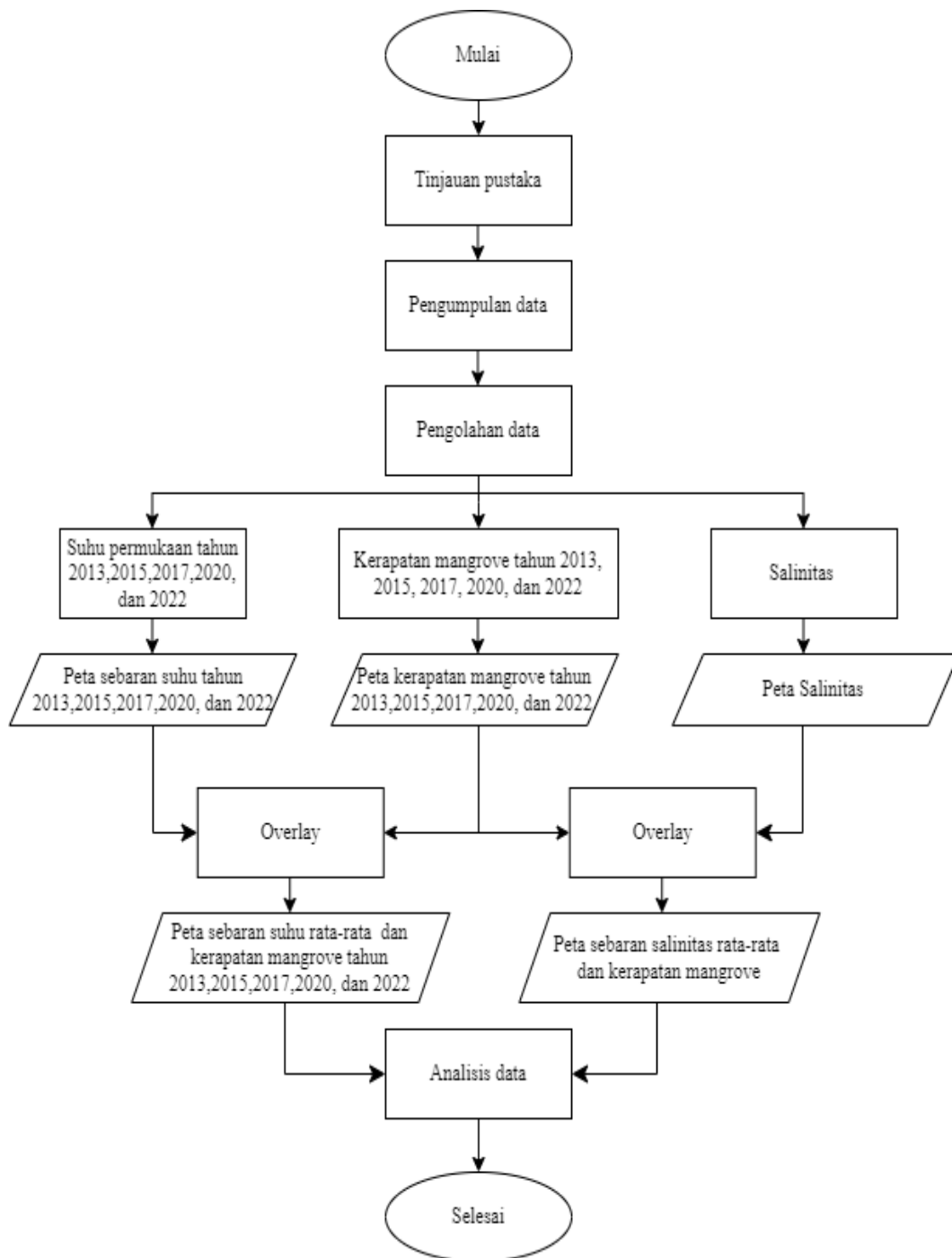
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan disepanjang pesisir Kabupaten Lampung Timur, Provinsi Lampung tepatnya berada di Kecamatan Labuhan Maringgai yang terdapat sebaran tumbuhan mangrove yang secara geografis terletak pada koordinat $5^{\circ} 15'20.06''\text{LS}$ sampai $5^{\circ} 20'26.35''\text{LS}$ dan $105^{\circ} 49'05.53''\text{BT}$ sampai $105^{\circ} 51'49.63''\text{BT}$.



Gambar 1. Lokasi Penelitian.

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan yaitu tinjauan pustaka, persiapan, pengumpulan data, pengolahan data, analisis, serta membuat laporan. Proses penelitian dari awal hingga pembuatan laporan akan dilakukan selama ± 6 bulan. Berikut adalah diagram alir tahapan penelitian yang akan dilakukan.



Gambar 2. Diagram alir tahapan penelitian.

3.2 Studi Literatur

Studi literatur merupakan tahapan yang dilakukan untuk membantu penulis dalam mendapatkan teori-teori yang mendukung topik penelitian yang akan dilakukan oleh penulis. Pada tahapan ini yang dilakukan oleh penulis yaitu dengan mencari dan membaca buku, jurnal, maupun artikel-artikel yang terdapat di internet.

3.3 Persiapan

Tahapan persiapan merupakan hal yang sangat penting yang perlu dipersiapkan sebelum melakukan penelitian yang bertujuan agar penelitian berjalan dengan lancar dan tentunya mendapatkan hasil yang memuaskan. Pada tahapan persiapan ini alat dan bahan yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Perangkat Keras

- a. Seperangkat laptop.
- b. GPS handheld garmin 64s.
- c. Salinometer.
- d. Kamera.
- e. Alat tulis.
- f. Printer.

2. Perangkat Lunak

- a. Perangkat lunak sistem informasi geografis dan pengindraan jauh.
- b. Perangkat lunak microsoft office.
- d. Perangkat lunak sebagai pengolah data foto lapangan.

Sedangkan data yang digunakan pada penelitian ini yaitu terdiri dari data primer dan data sekunder, sebagai berikut:

1. Data primer

- a. Air laut.
- b. Foto kerapatan mangrove.

2. Data sekunder

- a. Citra landsat 8 tahun 2013, 2015, 2017, 2020, dan 2022.
- b. Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) Kabupaten Lampung Timur skala 1:50.000.
- c. Peta batas Administrasi Kecamatan Lampung Timur.

3.4 Pengumpulan Data

Setelah melakukan persiapan selanjutnya peneliti melakukan pengumpulan data. Pengumpulan data merupakan kegiatan mencari data dari sumber–sumber tertentu maupun data yang diperoleh dari lapangan yang akan digunakan peneliti untuk menjawab permasalahan dalam penelitian. Pada proses pengumpulan data yang dilakukan dan diperlukan adalah sebagai berikut:

1. Citra landsat 8 tahun 2013, 2015, 2017, 2020, dan 2022 dengan *path/row* 123/64 yang di peroleh dari *United States Geological Survey* (USGS).
2. Peta RBI Kabupaten Lampung Timur dengan skala 1:50.000 yang didapatkan dari Badan Informasi Geospasial (BIG).
3. Peta batas Administrasi Kabupaten Lampung Timur.
4. Data salinitas air laut yang diperoleh dari hasil survey lapangan.
5. Foto kerapatan tajuk mangrove yang diperoleh dari hasil survey lapangan.

3.5 Pengolahan Data

Pengolahan data merupakan tahapan yang dilakukan setelah melakukan pengumpulan data. Pada proses ini semua data yang telah diperoleh dilakukan pengolahan dengan menggunakan *software* yang telah dipersiapkan dengan beberapa tahapan yaitu:

3.5.1 Kerapatan Mangrove

Pengolahan citra landsat 8 merupakan proses untuk menentukan sebaran tingkat kerapatan mangrove yang terletak di Kecamatan Labuhan Maringgai. Pada proses ini ada beberapa tahapan yang dilakukan yaitu sebagai berikut:

1. *Layer stacking*

Layer stacking merupakan proses penggabungan 7 band (band 1 sampai dengan band 7) pada citra sebelum dilakukan koreksi radiometrik dan geometrik pada citra yang akan dipakai.

2. Koreksi citra.

Koreksi radiometrik merupakan proses memperbaiki nilai piksel pada citra satelit akibat kesalahan radiometrik serta untuk meningkatkan visualisasi citra. Koreksi radiometrik juga dilakukan untuk mengurangi pengaruh distorsi saat satelit merekam bumi.

3. Pemotongan citra

Setelah melakukan koreksi radiometrik selanjutnya melakukan pemotongan citra. Pemotongan citra ini dilakukan agar daerah yang akan dilakukan pengamatan lebih kecil, sehingga pada saat pengamatan lebih cepat dan mudah. Selain itu juga dengan dilakukan pemotongan citra mampu memberikan hasil yang lebih cepat karna pada saat pemrosesan data cakupan wilayah yang diproses lebih kecil sehingga penyimpanan data yang diproses tidak terlalu besar. Pemotongan citra dapat dilakukan dengan cara menggambar kotak (*rectangle*) pada daerah yang akan dilakukan pengamatan, menggunakan data raster atau menggunakan *Region Of Interest* (ROI).

4. Transformasi indeks vegetasi EVI

Metode indeks vegetasi EVI dilakukan dengan mentransformasikan band merah, band inframerah dekat, dan band biru. Penentuan kerapatan vegetasi dibagi menjadi tiga kelas yaitu rapat, sedang, dan jarang. Pada saat melakukan proses transformasi EVI dilakukan dengan memasukan formula sebagai berikut:

$$2.5 * ((\text{float}(b5) - \text{float}(b4)) / (\text{float}(b5) + (6 * \text{float}(b4)) - (7.5 * \text{float}(b2)) + 1)) \dots (5)$$

Keterangan:

B5 : Band inframerah dekat

B4 : Band merah

B2 : Band biru.

5. Klasifikasi citra

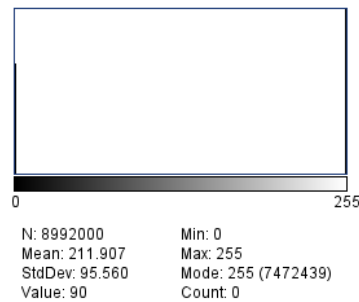
Klasifikasi citra merupakan membuat pengelompokan piksel pada citra menjadi beberapa kelas berdasarkan kondisi kerapatan mangrove pada daerah penelitian. Proses klasifikasi dilakukan dengan *tools reclassify by table* yang bertujuan agar objek yang sama pada data citra hanya diwakili oleh satu warna saja, sehingga nantinya objek-objek tersebut dapat dibedakan berdasarkan warna. Klasifikasi citra dibagi menjadi tiga bagian yaitu tajuk rapat, tajuk sedang, dan tajuk jarang.

6. Verifikasi lapangan

Verifikasi lapangan merupakan suatu proses untuk mengetahui kebenaran hasil dari pengolahan citra yang telah dilakukan. Sebelum melakukan verifikasi lapangan terlebih dahulu melakukan penentuan sebaran sampel titik pengamatan. Dalam penelitian kali ini menggunakan *probability sampling*. Pengambilan sampel secara random, setiap unit populasi mempunyai kesempatan yang sama untuk diambil sebagai sampel.

Berdasarkan peraturan BIG No.03/2014, jumlah sample minimal (TSM) pada skala peta 1:50.000 yaitu 30 sampel. Jumlah sampel kerapatan tajuk adalah 60% dari total sampel minimal (BIG No.03/2014), sehingga 60% dari jumlah sampel minimal diperoleh jumlah 18 sampel minimal plot kerapatan tajuk. Pada penelitian ini peneliti mengambil sebanyak 21 titik sampel secara acak yang tersebar disepanjang hutan mangrove di Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur. Pada saat melakukan survey lapangan dilakukan pengambilan foto kerapatan tajuk pada setiap titik sampel yang telah ditentukan untuk selanjutnya data yang diperoleh tersebut akan diolah untuk menghasilkan nilai kerapatan mangrove.

Kerapatan tajuk hasil validasi lapangan diperoleh dari hasil foto tajuk mangrove yang diolah menggunakan *software* imajeJ untuk memisahkan nilai piksel langit dengan nilai piksel tutupan mangrove. Persentase tutupan mangrove merupakan perbandingan dari jumlah piksel yang bernilai 255 (P255) dengan jumlah seluruh piksel (ΣP) dikalikan dengan 100% (Dharmawan dan Pramudji, 2014).



Gambar 3. Nilai piksel dari foto kerapatan mangrove.

Nilai piksel diatas selanjutnya digunakan untuk menentukan persentase tingkat tutupan mangrove sebagai berikut:

$$\text{Persentase tutupan mangrove} = 7472439/8992000*100$$

$$=0,831*100\%$$

$$=83,1\%$$

Maka didapatkan nilai persentase tutupan mangrove sebesar 83,1%. Nilai tersebut termasuk dalam kategori mangrove dengan tajuk rapat.

7. Uji akurasi

Uji akurasi dilakukan untuk menilai ketelitian hasil klasifikasi citra. Uji akurasi dilakukan setelah pengambilan sampel dilapangan. Dalam melakukan uji akurasi untuk mendapatkan hasil ketelitian klasifikasi citra yang lebih baik, hasil klasifikasi citra dilakukan pengujian terhadap data sampel lapangan. Pengujian ketelitian yang dimaksud adalah melakukan perbandingan dengan menyusun matriks kesalahan (*confusion matrix*). Berdasarkan Peraturan Kepala BIG No 8 Tahun 2014 Tentang Pedoman Teknis Pengumpulan dan Pengolahan Data Geospasial Habitat Dasar Perairan Laut Dangkal, akurasi hasil interpretasi minimal sebesar 60%.

3.5.2 Suhu

Suhu permukaan merupakan suhu hasil pantulan objek yang terekam oleh citra satelit pada waktu tertentu. Dalam penentuan suhu permukaan ini memanfaatkan citra landsat 8 dengan menggunakan band 10 dan band 11. Berikut adalah

beberapa tahapan dalam penentuan suhu permukaan dengan menggunakan citra landsat 8 :

1. Koreksi citra.

Koreksi radiometrik merupakan proses memperbaiki nilai piksel pada citra satelit akibat kesalahan radiometrik serta untuk meningkatkan visualisasi citra (Ardiansyah, 2015). Koreksi radiometrik juga dilakukan untuk mengurangi pengaruh distorsi saat satelit merekam bumi.

2. Pemotongan citra

Setelah melakukan koreksi radiometrik selanjutnya melakukan pemotongan citra. Pemotongan citra ini dilakukan agar daerah yang akan dilakukan pengamatan lebih kecil sehingga pada saat pengamatan lebih cepat dan mudah. Selain itu juga dengan dilakukan pemotongan citra mampu memberikan hasil yang lebih cepat karena pada saat pemrosesan data cakupan wilayah yang diproses lebih kecil sehingga penyimpanan data yang diproses tidak terlalu besar. Pemotongan citra dapat dilakukan dengan cara menggambar kotak (*rectangle*) pada daerah yang akan dilakukan pengamatan, menggunakan data raster atau menggunakan *Region Of Interest* (ROI).

3. Ekstraksi suhu permukaan (LST)

Suhu permukaan diperoleh dengan melakukan ekstraksi suhu dari citra landsat 8 dengan menggunakan algoritma *split windows algorithm* (SWA). Variabel yang digunakan dalam algoritma ini adalah suhu kecerahan dari dua band termal landsat 8 yaitu band 10 dan band 11.

Langkah pertama dalam ekstraksi suhu yaitu dengan mengubah nilai digital piksel menjadi nilai radiansi dengan persamaan:

$$L\lambda = ML * Q_{cal} + AL \dots\dots\dots (6)$$

Keterangan:

$L\lambda$: *Spektral Radiance*

ML : Faktor skala perkalian radiansi untuk band

Q_{cal} : Level 1 *pixel value* dalam DN

AL : Faktor skala penjumlahan radiansi untuk band.

Kemudian mengubah nilai radiansi menjadi suhu kecerahan dengan persamaan :

$$T = \frac{K2}{\ln\left(\frac{K1}{L\lambda} + 1\right)} \dots\dots\dots (7)$$

Keterangan:

T : Temperatur

$L\lambda$: TOA *spectral radiance*

K1 : *Band specific thermal conversion constan from the metadata*

K2 : *Band specific thermal conversion constan from the metadata.*

4. Klasifikasi citra

Klasifikasi citra merupakan membuat pengelompokan piksel pada citra menjadi beberapa kelas berdasarkan *range bondarues* $min < value \leq max$. Proses klasifikasi dilakukan dengan *tools reclassify by table* yang bertujuan agar objek yang sama pada data citra hanya diwakili oleh satu warna saja, sehingga nantinya objek-objek tersebut dapat dibedakan berdasarkan warna.

3.5.3 Salinitas

Salinitas merupakan tingkat keasinan atau kadar air yang terkandung didalam air. Salinitas diperoleh dari hasil survey lapangan yang diambil secara acak dengan ketentuan tingkat kerapatan mangrove. Tingkat keasinan atau kadar garam diambil dengan menggunakan alat salinometer. Sebelum salinometer digunakan perlu dilakukan kalibrasi terlebih dahulu dengan cairan aquades agar alat benar-benar bersih dari zat lain yang menempel pada alat.

Selanjutnya data diolah menggunakan metode interpolasi agar memudahkan dalam mengetahui sebaran dari salinitas. Interpolasi merupakan metode untuk mendapatkan data berdasarkan beberapa data yang telah diketahui. Pada tahapan ini titik sampel hasil survey lapangan yang telah memiliki atribut tingkat keasinan kadar garam air laut.

3.6 Analisis Data

Setelah peta yang digunakan sebagai parameter selesai dibuat, selanjutnya adalah melakukan analisis data. Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari 3 parameter yaitu peta kerapatan mangrove, peta suhu permukaan, dan peta sebaran salinitas. Adapun metode analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Metode *overlay*

Metode *overlay* peta digunakan untuk mengetahui sebaran suhu rata-rata, dan salinitas rata-rata pada area yang memiliki kerapatan tajuk rapat, sedang dan jarang.

2. Metode deskriptif

Metode deskriptif ini menjelaskan hasil perubahan kondisi kerapatan tajuk dan luas hutan mangrove dari tahun 2013, 2015, 2017, 2020, dan 2022.

3.7 Uji korelasi

Uji korelasi merupakan teknik statistik yang digunakan untuk menguji keterkaitan hubungan serta arah hubungan dari dua variabel. Uji korelasi dilakukan untuk mengetahui seberapa besar kaitannya antara suhu rata-rata terhadap kerapatan mangrove dan salinitas rata-rata terhadap kerapatan mangrove. Besar kecilnya hubungan antara dua variabel dinyatakan dalam bilangan yang disebut koefisien korelasi. Nilai koefisien korelasi berkisar antara -1 sampai dengan 1. Korelasi positif ditunjukkan dengan koefisien korelasi yang bernilai positif, korelasi negatif ditunjukkan dengan koefisien korelasi yang bernilai negatif. Sedangkan nilai koefisien 0 atau mendekati 0 dianggap tidak memiliki hubungan antara variabel yang diuji. Koefisien korelasi (r) dapat diartikan sebagai berikut:

$R = 0,00 - 0,199$ memiliki hubungan sangat rendah

$R = 0,20 - 0,399$ memiliki hubungan rendah

$R = 0,40 - 0,599$ memiliki hubungan sedang

$R = 0,60 - 0,799$ memiliki hubungan kuat

$R = 0,80 - 1,000$ memiliki hubungan sangat kuat.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di area hutan mangrove Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa hutan mangrove di Kecamatan Labuhan Maringgai mengalami peningkatan luas hutan yang cukup signifikan dari luas hutan mangrove sebesar 350,12 ha pada tahun 2013 menjadi 817,68 ha pada tahun 2022. Sedangkan kondisi pertumbuhan mangrove dalam kondisi kurang baik ditunjukkan dengan tingginya kondisi kerapatan tajuk dengan kondisi jarang.
2. Suhu rata-rata cenderung lebih tinggi pada area hutan mangrove dengan kondisi jarang dan suhu lebih rendah pada area hutan mangrove dengan kondisi tajuk rapat. Sedangkan salinitas cenderung lebih tinggi pada area hutan mangrove yang lebih rapat. Dari hasil uji korelasi penelitian ini menunjukkan adanya korelasi antara suhu, salinitas dengan pertumbuhan mangrove. Dengan diperolehnya nilai korelasi 0,21 yang berarti suhu memiliki korelasi rendah terhadap pertumbuhan mangrove pada kerapatan tajuk rapat, 0,68 yang berarti suhu memiliki korelasi kuat terhadap pertumbuhan mangrove pada tajuk sedang dan 0,69 yang berarti suhu memiliki korelasi kuat terhadap pertumbuhan mangrove pada tajuk jarang. Sedangkan salinitas memiliki korelasi yang sangat kuat terhadap pertumbuhan mangrove dibandingkan dengan suhu, ditunjukkan dengan adanya nilai korelasi sebesar 0,95.

5.2 SARAN

Mengingat pentingnya hutan mangrove sebagai pencegah erosi pantai, pencegah pemanasan global, menjaga kualitas air dan udara, serta sebagai tempat berbagai

biota laut hidup maka perlu adanya pelestarian hutan mangrove dengan cara melakukan edukasi terkait pentingnya mangrove bagi makhluk hidup dimasa sekarang dan masa mendatang. Selain itu perlu adanya kegiatan pembibitan dan penanaman kembali untuk mangrove yang kondisinya kurang baik akibat alam ataupun manusia, sehingga mangrove dapat terjaga kelestariannya sampai anak cucu mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

- Afiyatul, 2016. Pertumbuhan Semai *Rhizophora Mucronata* Pada Saluran Tambak Wanamina Dengan Lebar Yang Berbeda, 5 (1), 48-59.
- Ario dkk., 2015. Analisis Kerusakan Mangrove Di Pusat Restorasi dan Pembelajaran Mangrove (PRPM), Kota Pekalongan, 18 (September), 64–69.
- Badan Informasi Geospasial. 2014. Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial Nomor 3 Tahun 2014 tentang Pedoman Teknis Pengumpulan dan Pengolahan Data Geospasial Mangrove. Cibinong: *Kepala Badan Informasi Geospasial*.
- Dharmawan, I dan Pramudji. 2014. Panduan Monitoring Status Ekosistem Mangrove. Jakarta: *Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia*.
- Vladimir, V.F., 2021. Arah Rehabilitasi Mangrove Di Kabupaten Mamuju Berdasarkan Analisis Perubahan Tutupan Mangrove Pada Tahun 2000-2019 Dan Proyeksi Tahun 2030. *Gastronomía ecuatoriana y turismo local*,59(1),1-24.
- Kadir, A., 2018. Analisis Perubahan Penggunaan Lahan Di Kecamatan Rumbia Kabupaten Jeneponto. *Universitas Hasanuddin*, 55 (2), 1–55.
- Nurhalis, 2014. Deteksi Perubahan Habitat Terumbu Karang Menggunakan Citra Landsat Di Pulau Morotai Provinsi Maluku Utara Change. *Nurhalis (2014)*, 7 (2), 107–15.
- Pravita, D., 2020. Perbandingan Algoritma Transformasi Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) Dan Enhanced Vegetation Index (EVI) Untuk Analisis Kerapatan Lahan Mangrove. *Ilmiah Go infotech*,55, (3), 1-59.
- Rahmatullah, A., 2019. Analisis Perubahan Sebaran Dan Kerapatan Hutan Mangrove Di Resort Bama, Taman Nasional Baluran Menggunakan Citra Satelit Spot 4 Dan Spot 6. 45,(2),95-48.
- Safe'i, R., 2020. Nilai Status Dan Perubahan Kesehatan Hutan Mangrove (Studi Kasus Hutan Mangrove Di Desa Margasari, Kecamatan Labuhan Maringgai, Kabupaten Lampung Timur). 16 (2), 73–79.
- Setiawan, D., 2018. Analisis Pemetaan Perubahan Luas Mangrove Antara Tahun 2008-2017 Dengan Citra Satelit Landsat 7 Dan 8 Di Kecamatan Mayangan, Kota Probolinggo, Jawa Timur. *Pakistan Research Journal of Management Sciences*. 7,(5),1-2.

- Susiana, 2015. Analisis kualitas air ekosistem mangrove di estuari Perancak, Bali. Agrikan: *Jurnal Agribisnis Perikanan*, 8 (1), 42–49.
- Sylfi dkk., 2012. Analisis Regresi Linier Piecewise Dua Segmen. *Jurnal Gaussian*, 1 (1), 219–228.
- Trida dkk., 2019. Komparasi Kemampuan Citra Satelit Landsat Dalam Mengidentifikasi Suhu Permukaan Daratan Di Kota Pekalongan. *jurnal Geografi UGM*, (1), 876–883.
- Yanti, R., 2021. Komposisi Jenis Dan Kerapatan Mangrove Dikawasan Hutan Mangrove Desa Sriminosari Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung.
- Yuliasamaya, Y., 2014. Perubahan Tutupan Hutan Mangrove Di Pesisir Kabupaten Lampung Timur. *Jurnal Sylva Lestari*, 2 (3), 111–124.