

SKRIPSI

ANALISIS TEMPORAL PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN MANGROVE TERHADAP KELIMPAHAN MAKROZOOBENTOS DI KELURAHAN TEKOLABBUA KABUPATEN PANGKAJENE DAN KEPULAUAN

Disusun dan diajukan oleh

RAZKIYAH RAMADHANI

L011 18 1353



**DEPARTEMEN ILMU KELAUTAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2022**

**ANALISIS TEMPORAL PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN
MANGROVE TERHADAP KELIMPAHAN MAKROZOOBENTOS DI
KELURAHAN TEKOLABBUA KABUPATEN PANGKAJENE DAN
KEPULAUAN**

RAZKIYAH RAMADHANI

L011181353

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada
Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan



**DEPARTEMEN ILMU KELAUTAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2022**

LEMBAR PENGESAHAN

**Analisis Temporal Perubahan Tutupan Lahan Mangrove Terhadap
Kelimpahan Makrozoobentos di Kelurahan Tekolabbua Kabupaten
Pangkajene dan Kepulauan**

Disusun dan diajukan oleh

**RAZKIYAH RAMADHANI
L011181353**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Ilmu Kelautan Fakultas Ilmu
Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin pada tanggal 13 Juli 2022 dan
dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan.

Menyetujui,

Pembimbing Utama,



Dr. Ahmad Faizal, ST, M.Si
NIP: 19750727 200112 1 003

Pembimbing Pendamping,



Prof. Dr. Amran Saru, ST, M.Si
NIP: 19670924 199503 1 001

Ketua Program Studi,



Dr. Khairul Amri, ST, M.Sc.Stud.
NIP: 19890706 199512 1 002

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Razkiyah Ramadhani
NIM : L011181353
Program Studi : Ilmu Kelautan
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulis yang berjudul:

Analisis Temporal Perubahan Tutupan Lahan Mangrove Terhadap Kelimpahan Makrozoobentos di Kelurahan Tekolabbua Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain bahwa Skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan Skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 13 Juli 2022

Yang Menyatakan,


Razkiyah
Razkiyah Ramadhani

PERNYATAAN AUTHORSHIP

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Razkiyah Ramadhani

NIM : L011181353

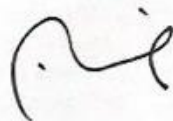
Program Studi : Ilmu Kelautan

Fakultas : Ilmu Kelautan dan Perikanan

Menyatakan bahwa publikasi sebagian atau keseluruhan isi Skripsi/Tesis/Disertasi pada jurnal atau forum ilmiah lain harus seizin dan menyertakan tim pembimbing sebagai *author* dan Universitas Hasanuddin sebagai institusinya. Apabila dalam waktu sekurang-kurangnya dua semester (satu tahun sejak pengesahan Skripsi) saya tidak melakukan publikasi dari sebagian atau keseluruhan skripsi ini, maka pembimbing sebagai salah seorang dari penulis berhak mempublikasannya pada jurnal ilmiah yang ditentukan kemudian, sepanjang nama mahasiswa tetap diikutkan.

Makassar, 13 Juli 2022

Mengetahui,



Dr. Khairul Amri, ST., M.Sc.Stud.
NIP: 19890706 199512 1 002

Penulis



Razkiyah Ramadhani
NIM: L011181353

ABSTRAK

Razkiyah Ramadhani. L011181353. “Analisis Temporal Perubahan Tutupan Lahan Mangrove Terhadap Kelimpahan Makrozoobentos di Kelurahan Tekolabbua Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan”. Dibimbing oleh **Ahmad Faisal** sebagai Pembimbing Utama dan **Amran Saru** sebagai Pembimbing Anggota.

Ekosistem mangrove merupakan habitat makrozoobentos dan sebagai tempat untuk berkembang biak. Komposisi maupun kelimpahan makrozoobentos sangat bergantung pada toleransi atas sensitivitasnya terhadap perubahan lingkungan, khususnya pada habitatnya yaitu lingkungan ekosistem mangrove. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November 2021 sampai Juni 2022 di Kelurahan Tekolabbua, Kabupaten Pangkajene Kepulauan, Sulawesi Selatan. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui hubungan antara perubahan tutupan lahan mangrove terhadap kelimpahan makrozoobentos di Kelurahan Tekolabbua menggunakan citra Landsat 7 untuk tahun 2009 dan Landsat 8 untuk tahun 2021 dan pengukuran *in situ*. Pengukuran untuk kerapatan mangrove di lapangan menggunakan transek 10x10m dan untuk makrozoobentos menggunakan plot 1x1m. Penggunaan citra Landsat dilakukan *pre-processing* dengan koreksi geometrik dan radiometrik. Selanjutnya citra Landsat diklasifikasi *unsupervised* untuk menentukan batas wilayah sebaran mangrove, lalu ditransformasi ke persamaan *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) untuk memperoleh tingkat kerapatan mangrove. Perubahan luas tutupan lahan mangrove diperoleh dari hasil perhitungan luasan klasifikasi citra, sehingga didapatkan bahwa terjadi penambahan luasan mangrove dari 2009 ke 2021 sebanyak 5.49 ha. Makrozoobentos dihitung berdasarkan nilai kelimpahan, indeks keanekaragaman dan keseragaman, serta dominansinya. Jenis makrozoobentos yang diperoleh sebanyak 13 jenis dari kelas Bivalvia, Crustacea dan Gastropoda. Namun, jenis-jenis yang mendominasi berasal dari kelas Gastropoda. Hubungan antara perubahan kelimpahan makrozoobentos dan perubahan luas tutupan lahan mangrove dianalisis menggunakan regresi linear sederhana. Hasil regresi tersebut didapatkan nilai R determinan sebesar 0.05 tahun 2009 dan R determinan sebesar 0.06 di tahun 2021 menunjukkan bahwa hubungan perubahan luas tutupan lahan mangrove tidak mempengaruhi kelimpahan makrozoobentos secara signifikan.

Kata kunci: mangrove, makrozoobentos, penginderaan jauh, Landsat 7, Landsat-8, NDVI

ABSTRACT

Razkiyah Ramadhani.L011181353. "Temporal Analysis of Changes in Mangrove Land Cover on the Abundance of Macrozoobentos in Tekolabbua Village, Pangkajene Islands Regency". Supervised by Ahmad Faisal as Main Advisor and Amran Saru as Member Advisor.

Mangrove ecosystem is a habitat for macrozoobentos and as a place for breeding. The composition and abundance of macrozoobentos is highly dependent on the tolerance of its sensitivity to environmental changes, especially in its habitat, namely the mangrove ecosystem. This research was conducted from November 2021 to June 2022 in Tekolabbua Village, Pangkajene Islands Regency, South Sulawesi. The purpose of this study was to determine the relationship between changes in mangrove land cover and the abundance of macrozoobentos in Tekolabbua Village using Landsat 7 images for 2009 and Landsat 8 for 2021 and in situ measurements. Measurements for mangrove density in the field used a 10x10m transect and for macrozoobentos using a 1x1m plot. Landsat imagery is pre-processed with geometric and radiometric corrections. Furthermore, the Landsat image is classified as unsupervised to determine the boundaries of the mangrove distribution area, then transformed into the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) equation to obtain the mangrove density level. Changes in the area of mangrove land cover were obtained from the calculation of the area of image classification, so it was found that there was an increase in mangrove area from 2009 to 2021 as much as 5.49 ha. Macrozoobentos was calculated based on the abundance value, diversity and uniformity index, and dominance. There were 13 types of macrozoobentos from the classes Bivalvia, Crustacea and Gastropods. However, the dominant species are from the Gastropod class. The relationship between changes in macrozoobentos abundance and changes in mangrove land cover was analyzed using simple linear regression. The regression results obtained a determinant R value of 0.05 in 2009 and a determinant R of 0.06 in 2021 indicating that the relationship between changes in mangrove land cover does not significantly affect the abundance of macrozoobentos.

Keywords: mangrove, macrozoobentos, remote sensing, Landsat 7, Landsat-8, NDVI

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Syukur Alhamdulillah, segala puji Penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulisan skripsi dengan judul **“Analisis Temporal Perubahan Tutupan Lahan Mangrove Terhadap Kelimpahan Makrozoobentos di Kelurahan Tekolabbua Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan”** dapat diselesaikan. Skripsi ini disusun berdasarkan data-data hasil penelitian sebagai tugas akhir untuk memperoleh gelar sarjana di Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat, informasi, dan membawa kepada suatu kebaikan.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan yang terdapat dalam skripsi ini. Oleh karena itu, Penulis menerima kritik dan saran yang membangun dari para pembaca. Akhirnya, kepada semua pihak yang berperan dalam penelitian ini, Penulis mengucapkan banyak terima kasih dan berharap semoga Allah SWT membalas segala budi baik, serta dapat menjadi suatu ibadah amal jariah.

Melalui Skripsi ini penulis ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya sebagai bentuk penghargaan dan penghormatan kepada pihak-pihak yang telah memberikan bimbingan, bantuan, dukungan, serta doa selama melakukan penelitian dan penyelesaian skripsi. Ucapan ini penulis berikan untuk:

1. Kepada kedua orang tua tercinta, Muh. Ramli, S.Sos dan Hj. Ratnah, S.Pd serta Andi Suriati yang telah mendoakan kebaikan, kemudahan dan kelancaran. Serta memberikan dukungan semangat dan kasih sayang untuk penulis agar menyelesaikan perkuliahan.
2. Kepada saudariku Ridha Wahdana dan Rifa Nur Muazzarah yang telah menyemangati penulis dalam menyelesaikan masa perkuliahan.
3. Kepada yang terhormat Bapak Dr. Ahmad Faizal, ST., M.Si. selaku pembimbing utama yang selalu memberikan bimbingan, arahan, dukungan serta ilmu yang sangat berharga bagi penulis sehingga terselesaikannya penulisan skripsi ini.
4. Kepada yang terhormat Bapak Prof. Dr. Ir. Ambo Tuwo, DEA. selaku dosen penasehat akademik dan selaku penguji yang selalu memberikan bimbingan dan arahan mengenai proses perkuliahan sejak menjadi mahasiswa baru hingga terselesaikannya skripsi ini.
5. Kepada yang terhormat Bapak Prof. Dr. Amran Saru, ST., M.Si. selaku pembimbing pendamping dan bapak Dr. Muh. Banda Selamat, S.T., M.Si. selaku penguji yang selalu memberi saran dan arahan hingga terselesaikannya skripsi ini.

6. Kepada Para Dosen Program Studi Ilmu Kelautan Universitas Hasanuddin yang telah memberikan bimbingan serta ilmu pengetahuan sejak menjadi mahasiswa baru hingga terselesaikannya skripsi ini.
7. Kepada yang tersayang KRN (Zakiyyah Zahira Haris, Amd. Kep., dan Nadia Najamuddin) serta Nur Huda Andriaty, Amd.Ak. saya ucapkan terima kasih atas kesabaran dan perhatiannya kepada penulis demi terselesaikannya skripsi ini.
8. Kepada keluarga kecil MSG (Nurul Hidayah Iswadi, Cindy Aprilia Syaputri, Nabila Ranti O. Gailea, Nurhasanah, Yoan Nadela Okta, Erwan Saputra, Andi Muhammad Fajri, Sudaryanto, Nyoman Wiyandi, Faisal Basri, Abraham Bonifasius, Aldilla Afifah, Agus Saputra, dan Suvian Arifai) yang senantiasa membantu, memberikan semangat dan canda tawa kepada penulis.
9. Kepada yang saya banggakan Tim Tekolabbua (Nurul, Cindy, Erwan, Tio, Sudaryanto, Nyoman, Faisal, Rifqi, Fadhil, dan Kak Putri Yuni) yang memberikan waktu serta tenaga untuk membantu penulis dalam pengambilan data di lapangan.
10. Kepada yang terhormat Marzuki, S.Kel yang senantiasa membantu dan mendoakan penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.
11. Kepada Teman-teman Se-Angkatan CORALS 18 yang selalu kebersamai dan senantiasa memberikan motivasi kepada penulis.
12. Kepada seluruh Keluarga Mahasiswa Jurusan Ilmu Kelautan (KEMAJIK FIKP-UH).
13. Kepada seluruh pihak tanpa terkecuali yang namanya luput disebutkan satu persatu karena telah banyak memberikan bantuan selama penyusunan skripsi.

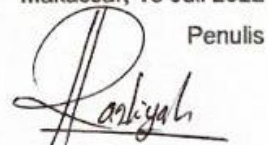
Semoga Allah SWT. selalu memberikan anugerah-Nya kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Penulis menyadari bahwa skripsi ini terdapat banyak kekurangan dan masih jauh mencapai kesempurnaan dalam arti sebenarnya, namun penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan para pembaca pada umumnya. Akhir kata penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari para pembaca untuk meningkatkan kemampuan penulis dalam menulis karya ilmiah.

Terima Kasih

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Makassar, 13 Juli 2022

Penulis


Razkiyah Ramadhani

BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Bontotangnga Kabupaten Gowa pada tanggal 22 Desember 1999. Penulis merupakan anak kedua dari 3 bersaudara dari pasangan Muh. Ramli, S.Sos dan Hj. Ratnah, S.Pd. Tahun 2011 penulis lulus dari SD Inpres Mannuruki, Kecamatan Bajeng, Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan. Tahun 2014 lulus di SMP Muhammadiyah Limbung, Kecamatan Bajeng, Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan. Tahun 2017 lulus di SMA Negeri 1 Bajeng, Kecamatan Bajeng, Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan. Pada bulan Agustus 2017 penulis diterima sebagai mahasiswa Program Studi Ilmu Kelautan, Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin melalui Seleksi Jalur SBMPTN.

Selama masa studi di Universitas Hasanuddin, penulis aktif menjadi asisten laboratorium pada mata kuliah Sistem Informasi Geografis (SIG) Kelautan, dan Zoologi. Penulis juga aktif diberbagai kegiatan kemahasiswaan sebagai anggota himpunan KEMAJIK FIKP-UH. Selanjutnya, Penulis merupakan salah satu Mentor pada kegiatan BALANCE Universitas Hasanuddin tahun 2020. Penulis juga mengikuti kegiatan KAMPUS MERDEKA yang dilaksanakan oleh Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan yaitu Program Pertukaran Pelajar Merdeka tahun 2020 serta Program Kampus Mengajar tahun 2021. Selain itu, Penulis telah melaksanakan Kuliah Kerja Nyata Tematik di Malino, Kecamatan Tinggimoncong, Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan pada KKN Gelombang 106 pada tanggal 9 Juni sampai 14 Agustus 2021.

Adapun untuk memperoleh gelar sarjana kelautan, penulis melakukan penelitian yang berjudul “Analisis Temporal Perubahan Tutupan Lahan Mangrove Terhadap Kelimpahan Makrozoobentos di Kelurahan Tekolabbua Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan” pada tahun 2021 yang dibimbing oleh Dr. Ahmad Faizal, ST., M.Si selaku pembimbing utama dan Prof. Dr. Amran Saru, ST., M.Si selaku pembimbing pendamping.

DAFTAR ISI

Nomor:	Halaman:
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	iv
PERNYATAAN AUTHORSHIP	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	viii
BIODATA PENULIS	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Tujuan dan Kegunaan	2
II. TINJAUAN PUSTAKA	3
A. Mangrove	3
B. Makrozoobentos	5
C. Faktor Lingkungan Pendukung Kehidupan Makrozoobentos	6
1. BOT (Bahan Organik Total).....	6
2. Substrat/Sedimen	7
D. Indeks Ekologi.....	7
1. Indeks Keanekaragaman (H').....	7
2. Indeks Keseragaman (E).....	8
3. Indeks Dominansi (C)	8
E. Perubahan Tutupan Lahan Vegetasi Mangrove	9
F. Penginderaan Jauh untuk Mangrove	9
III. METODOLOGI PENELITIAN	12
A. Waktu dan Tempat	12
B. Alat dan Bahan	12
C. Prosedur Penelitian	13
1. Tahap Persiapan dan Penyusunan Proposal.....	13
2. Survey Lapangan.....	14
D. Analisis Data	16
1. Pra Pengolahan Citra	16

2. Pengolahan Citra	17
3. Mangrove	18
4. Makrozoobentos	19
5. Sedimen	20
6. Analisis Hubungan Kelimpahan Makrozoobentos dengan Kondisi Lingkungan Perairan.....	20
7. Analisis Hubungan Perubahan Tutupan Lahan Mangrove dengan Kelimpahan Makrozoobentos	21
E. Penulisan Laporan	21
IV. HASIL	22
A. Gambaran Umum Lokasi.....	22
B. Kondisi Lingkungan Perairan.....	22
C. Mangrove dan Makrozoobentos	23
1. Mangrove	23
2. Makrozoobentos	29
D. Hubungan Kelimpahan Makrozoobentos dengan Kondisi Lingkungan Perairan ..	
.....	30
E. Hubungan Perubahan Tutupan Lahan Mangrove dengan Kelimpahan Makrozoobentos	30
V. PEMBAHASAN	32
A. Kondisi Lingkungan Perairan.....	32
1. Suhu	32
2. Salinitas.....	32
3. Derajat Keasaman (pH)	33
4. Bahan Organik Total (BOT) dalam Sedimen	33
B. Mangrove dan Makrozoobentos	33
1. Mangrove	33
2. Makrozoobentos	37
C. Hubungan Kelimpahan Makrozoobentos dengan Kondisi Lingkungan Perairan ..	
.....	41
D. Hubungan Perubahan Tutupan Lahan Mangrove dengan Kelimpahan Makrozoobentos	42
VI. PENUTUP	44
A. Kesimpulan	44
B. Saran.....	44
DAFTAR PUSTAKA.....	45
LAMPIRAN	51

DAFTAR GAMBAR

Nomor:	Halaman:
Gambar 1. Peta Lokasi penelitian, Kelurahan Tekolabbua, Kabupaten Pangkajene Kepulauan, Sulawesi Selatan.....	12
Gambar 2. Desain unit contoh pengamatan vegetasi mangrove di lapangan (SNI Survei dan Pemetaan Mangrove, 2011).....	14
Gambar 3. Desain unit contoh pengambilan data makrozoobentos	15
Gambar 4. Kerapatan Mangrove (Di) pada setiap stasiun di lokasi penelitian	25
Gambar 5. Komposit band 453 untuk citra landsat 7 (a) komposit band 564 untuk citra landsat 8.....	26
Gambar 6. Hasil Klasifikasi <i>Unsupervised (Iso Data)</i> tahun 2009 (a) dan tahun 2021 (b)	27
Gambar 7. Hasil reklasifikasi unsupervised tahun 2009 (a) dan tahun 2021 (b)	27
Gambar 8. Hasil Transformasi Nilai NDVI tahun 2009 (a) dan tahun 2021 (b).....	28
Gambar 9. Komposisi jenis makrozoobentos pada setiap stasiun di lokasi penelitian.	29
Gambar 10. Kelimpahan makrozoobentos di lokasi penelitian.....	29
Gambar 11. Grafik hubungan perubahan tutupan lahan mangrove dengan kelimpahan makrozoobentos	31

DAFTAR TABEL

Nomor:	Halaman:
Tabel 1. Kriteria baku mutu kerusakan mangrove	5
Tabel 2. Kriteria Indeks keanekaragaman (H')	8
Tabel 3. Kriteria indeks Keseragaman (E)	8
Tabel 4. Kriteria indeks Dominansi (C)	8
Tabel 5. Kriteria tingkat kerapatan mangrove NDVI untuk citra landsat 7	10
Tabel 6. Kriteria baku tingkat kerapatan mangrove NDVI untuk citra landsat 8	11
Tabel 7. Alat dan bahan yang digunakan di lapangan.....	12
Tabel 8. Alat dan bahan yang digunakan di laboratorium	13
Tabel 9. Interpretasi Koefisien.....	20
Tabel 10. Data hasil pengukuran kondisi lingkungan perairan di lokasi penelitian	22
Tabel 11. Jenis mangrove pada masing-masing stasiun di lokasi penelitian.....	23
Tabel 12. Nilai penutupan jenis (Ci) mangrove pada setiap stasiun	24
Tabel 13. Kerapatan mangrove berdasarkan kriteria baku mutu	25
Tabel 14. Luas Tutupan tahun 2009 dan 2021	27
Tabel 15. Luas setiap kategori kerapatan mangrove.....	28
Tabel 16. Nilai Indeks Keanekaragaman (H'), Keseragaman (E), dan Dominansi (C)	30
Tabel 17. Hasil nilai <i>pearson correlation</i> setiap parameter	30
Tabel 18. Perubahan Nilai Kelimpahan rata-rata makrozoobentos (ind/m ²) dan nilai luas tutupan lahan tahun 2009 dan 2021	30

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor:	Halaman:
Lampiran 1	52
A. Mangrove	52
B. Makrozoobentos	54
Lampiran 2	63
A. Dokumentasi Jenis Makrozoobentos yang ditemukan	63
B. Dokumentasi Pengambilan data di Lapangan	67
C. Dokumentasi Pengukuran Parameter Lingkungan	70

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Hutan mangrove memiliki keunikan tersendiri dalam lingkungan hidupnya, dengan adanya pengaruh laut dan daratan pada kawasan mangrove terjadi interaksi sifat fisik dan biologis. Secara fisik, hutan mangrove berfungsi untuk menjaga kestabilan garis pantai, meredam angin dan badai, serta melindungi dari abrasi. Sementara itu, secara biologis hutan mangrove berfungsi sebagai tempat tumbuh, mencari makan, dan pemijahan berbagai jenis ikan, udang, dan jenis biota laut lainnya. Biota yang berasosiasi dengan mangrove salah satunya yaitu makrozoobentos. Makrozoobentos yang memiliki habitat di dasar mangrove merupakan salah satu makhluk hidup yang berhubungan langsung dengan keberadaan dan fungsi pelindung mangrove (Karimah, 2017).

Indonesia memiliki ekosistem mangrove terbesar di dunia dan keanekaragaman hayati tertinggi. Indonesia dengan garis pantai seluas 95.18 km, memiliki luas mangrove 3.489.140 ha (KLHK, 2015). Jumlah ini mewakili 23% dari ekosistem mangrove dunia, dengan luas total 16.530.000 ha. Dari luasan mangrove di Indonesia, seluas 1.671.140 ha diketahui dalam kondisi baik, sedangkan sisanya seluas 1.817.999 ha dalam kondisi baik (KLHK, 2017). Hutan mangrove di Sulawesi Selatan diperkirakan seluas 104.030 ha. Kabupaten Pangkep memiliki hutan mangrove dengan komposisi jenis mangrove yang ditemukan adalah *Avicennia* spp, *Rhizophora* spp, *Bruguiera* spp, *Sonneratia* spp dan beberapa mangrove asosiasi seperti *Acanthus ilicifolius* dan *Nypa fruticans* (Saru, 2011). Keberadaan hutan mangrove di Sulawesi Selatan tak terhindarkan dari ancaman degradasi dan deforestasi. Salah satu bentuk degradasi dan deforestasi mangrove adalah perubahan alih fungsi hutan mangrove menjadi Kawasan tambak.

Luas hutan mangrove yang semakin berkurang, menyebabkan terjadinya perubahan luasan mangrove di kabupaten pangkajene kepulauan khususnya di Kelurahan Tekolabbua. Hasil penelitian di Kelurahan Tekolabbua Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan menunjukkan perubahan bentang alam antara tahun 1980 dan 2010 akibat hutan mangrove beralih fungsi menjadi tambak. Vegetasi mangrove berkurang dari 248.4ha menjadi 49ha dan luas tambak meningkat dari 2.251 ha menjadi 5.029 ha (Tantu, 2012). Perubahan lahan mangrove yang terjadi di daerah tekolabbua akan memberikan dampak terhadap kelimpahan makrozoobentos. Kelimpahan makrozoobentos di Kelurahan Tekolabbua pada tahun 2009 diperoleh nilai rata-rata sebesar 57.8ind/m². Indeks keanekaragaman makrozoobentos di Kelurahan Tekolabbua pada tahun 2009 tergolong rendah (Jumiarti, 2009). Berdasarkan data

penelitian tersebut menjadi landasan bahwa di Kelurahan Tekolabbua mengalami perubahan lahan mangrove yang berdampak pada perubahan kelimpahan makrozoobentos.

Metode untuk melihat perubahan kondisi mangrove menggunakan pendekatan dengan teknologi penginderaan jauh dinilai lebih efisien dan efektif dari segi biaya, waktu dan ketepatan estimasi khususnya pada daerah yang luas. Karena keunggulan inilah penelitian ini menggunakan citra satelit (citra Landsat 7 ETM+) untuk melihat perubahan tutupan lahan mangrove antara tahun 2009, dan 2021, serta kaitannya dengan kelimpahan makrozoobentos di Kelurahan Tekolabbua Kabupaten Pangkajene Kepulauan.

B. Tujuan dan Kegunaan

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Mengetahui jenis mangrove yang ditemukan di Desa Tekolabbua Kabupaten Pangkajene Kepulauan
2. Mengetahui Komposisi dan kelimpahan makrozoobentos di Kelurahan Tekolabbua Kabupaten Pangkajene Kepulauan
3. Mengetahui Perubahan tutupan lahan mangrove di Kelurahan Tekolabbua Kabupaten Pangkajene Kepulauan antara tahun 2009 dan 2021.
4. Menganalisis perbedaan hubungan perubahan tutupan lahan mangrove terhadap kelimpahan makrozoobentos antara tahun 2009 dan 2021 di Kelurahan Tekolabbua Kabupaten Pangkajene Kepulauan

Kegunaan dari penelitian ini yaitu:

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi bagi penelitian selanjutnya yang akan melakukan penelitian mengenai kelimpahan makrozoobentos kaitannya dengan perubahan tutupan lahan mangrove di Kelurahan Tekolabbua Kabupaten Pangkajene Kepulauan

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Mangrove

Mangrove sangat unik dalam kemampuannya untuk beradaptasi dengan kondisi lingkungan yang ekstrim, seperti tanah dengan kondisi banjir, dan memiliki salinitas yang tinggi pada kondisi tanah yang tidak stabil. Mangrove memiliki mekanisme untuk secara aktif mengeluarkan garam dari jaringnya dengan kemampuan khusus ini. Ini dikembangkan dengan bantuan sistem akar pernapasan, yang membantu mendapatkan oksigen ke sistem akar. Serta masih ada beberapa jenis mangrove yang mengembangkan mekanisme buah untuk tumbuh di pohon atau dikenal dengan vivipar. Di Indonesia hutan mangrove sangat beragam dibandingkan dengan negara lain. Terdapat 202 jenis mangrove, antara lain 19 tanaman pemanjat, 5 pohon palem, 89 pohon, 44 tanaman epifit, 44 rumput tanah, dan 1 tanaman pakis. Dari 202 jenis tumbuhan mangrove, 43 jenis diantaranya merupakan jenis perdu yang telah diakui sebagai pohon mangrove sejati, 33 jenis lainnya yang terdapat di sekitar mangrove biasa disebut sebagai jenis mangrove Ikutan (Awaluddin, 2018).

Mangrove sejati dibagi menjadi dua kelompok utama: mangrove sejati utama (*major*) dan mangrove sejati tambahan (*minor*). Mangrove sejati utama (*major*) adalah tanaman yang tumbuh di zona intertidal dan membentuk tegakan murni. Mangrove jenis ini jarang dipadukan dengan tumbuhan darat. Mangrove sejati tambahan (*minor*) bukan merupakan komponen penting dari mangrove dan biasanya ditemukan di pinggiran dan jarang membentuk tegakan. Mangrove ikutan adalah tanaman yang tidak pernah tumbuh dalam komunitas mangrove sejati dan biasanya tumbuh bersama tanaman terestrial (Tomlinson, 1986; Kitamura *et al*, 1997). Pemisahan komunitas mangrove dan mangrove ikutan membentuk struktur mirip mangrove berdasarkan zonasi vegetasi mangrove yang berkaitan erat dengan pasang surut.

Vegetasi mangrove biasanya memiliki pola zonasi. Pola zonasi vegetasi mangrove berkaitan erat dengan jenis tanah (lumpur, pasir, gambut), keterbukaan (untuk pergerakan gelombang), pengaruh kadar garam dan pasang surut (Chapman, 1977; Bunt dan Williams, 1981). Pola zonasi vegetasi mangrove umumnya tumbuh dalam empat zona: kawasan terbuka, kawasan tengah, kawasan dengan sungai payau hingga air tawar, dan kawasan dengan air tawar.

1) Mangrove Terbuka

Mangrove zona terbuka terletak di pinggir laut. Komposisi flora komunitas di lapangan sangat bergantung pada substrat. *Sonneratia alba* lebih dominan di daerah berpasir, dan *Avicennia marina* dan mangrove Loop-root lebih dominan di daerah

berlumpur. Namun, ketika tanah berlumpur kaya bahan organik, *Sonneratia alba* akan berasosiasi mengikat *Avicennia marina* (Menteri Lingkungan Hidup, 1993).

2) Mangrove Tengah

Mangrove zona tengah berada di belakang mangrove zona terbuka. Zona ini biasanya didominasi oleh *Rhizophora*. Spesies lain seperti *Bruguiera cylindrica*, *Bruguiera eriopetala*, *Bruguiera Gymnorrhiza*, *Excoecaria agallocha*, *Rhizophora mucronata*, *Xylocarpus granatum*, *Xylocarpus moluccensis* juga terdapat di zona ini (Samingan, 1980).

3) Mangrove Payau

Mangrove zona payau terletak di sepanjang sungai dari payau hingga air tawar. Zona ini biasanya didominasi oleh komunitas *Nypa* atau *Sonneratia*. *Nypa fruticans* yang bersambung dengan vegetasi yang terdiri dari *Cerbera* sp., *Gluta renghas*, *Stenochlaena palustris* dan *Xylocarpus granatum* juga sering ditemukan di jalur jalur sungai (Dinas Lingkungan Hidup Kota Surabaya, 2019).

4) Mangrove Daratan

Mangrove yang berada di zona darat terletak di daerah payau atau dekat air tawar di belakang kawasan hijau mangrove yang sebenarnya dan memiliki kekayaan jenis yang lebih tinggi dibandingkan dengan zona lainnya. Spesies umum di zona ini adalah *Ficus microcarpus* (*Ficus retusa*), *Nypa fruticans*, *Lumnitzera racemosa*, *Pandanus* sp. dan *Xylocarpus moluccensis* (Kantor Menteri Negara Lingkungan Hidup, 1993).

Setiap jenis mangrove memiliki karakteristik yang berbeda dengan jenis mangrove lainnya. Spesies mangrove dapat dibedakan berdasarkan struktur akar, bentuk daun dan bentuk buah. Contohnya *Rhizophora mucronata*, morfologi daunnya lebar hingga memanjang, dengan ukuran daun mencapai 11 - 23cm x 5 - 13cm, dan memiliki lebar daun lebih lebar dari spesies *Rhizophora* lainnya. *Avicennia alba* daunnya lonjong atau berbentuk tombak dengan ujung meruncing 16cm x 5cm. *Sonneratia alba* memiliki daun bulat berukuran hingga 5 - 12.5cm x 3 - 9cm. *Avicennia marina* dan *Sonneratia alba* memiliki morfologi daun yang cenderung lebih kecil dibandingkan spesies *Rhizophora* (Noor *et al*, 2006).

1. Kriteria Baku Mutu Kerusakan Mangrove

Mangrove merupakan salah satu sumber daya alam dengan banyak fungsi yang harus dilindungi dan dijaga kelestariannya. Salah satu aktivitas masyarakat yang dapat merusak hutan mangrove adalah kegiatan pembangunan dan perubahan fungsi lahan sehingga perlu dilakukan upaya pengendalian dengan mengetahui adanya tingkat

kerusakan berdasarkan kriteria baku kerusakan mangrove menurut Keputusan menteri negara lingkungan hidup nomor 01 tahun 2004 tentang kriteria baku dan pedoman penentuan kerusakan mangrove.

Tabel 1. Kriteria baku mutu kerusakan mangrove

Kriteria		Penutupan (%)	Kerapatan (pohon/ha)
Baik	Sangat Padat	> 75	> 1500
	Sedang	>50 – < 75	> 1000 – < 1500
Rusak	Jarang	< 50	< 1000

Sumber: KMNLH, 2004.

B. Makrozoobentos

Organisme yang hidup di bagian dasar lautan dikenal sebagai bentos. Seluruh hewan dan tumbuhan yang hidup pada daerah yang masih dipengaruhi oleh air pasang (daerah litoral) hingga laut yang sangat dalam (daerah *bathyl* dan *abyssa*) termasuk di dalamnya (Hutabarat dan Evans, 1985). Organisme bentos yang mencakup organisme nabati disebut fitobentos dan organisme hewani disebut zoobentos (Odum, 1993). Berdasarkan tempat hidupnya, bentos dibagi atas dua kelompok, yaitu (a) epifauna yaitu bentos yang hidup melekat atau merayap di permukaan dasar laut dan (b) infauna yaitu jenis bentos yang membenamkan diri atau menggali lubang dalam dasar laut (Rahayu *et al*, 2015). Bentos dapat diklasifikasikan ke dalam tiga kelompok berdasarkan ukurannya yaitu (Hutabarat dan Evans, 1985):

- a. *Microfauna* adalah golongan hewan-hewan yang mempunyai ukuran kecil dari 0,1 mm seluruh protozoa termasuk dalam golongan ini.
- b. *Meiofauna* adalah golongan hewan-hewan yang mempunyai ukuran antara 0,1 mm sampai 1,0 mm. Ini termasuk golongan protozoa yang berukuran besar, Cnidaria, cacing-cacing yang berukuran kecil dan beberapa Crustacea yang berukuran sangat kecil.
- c. *Macrofauna* meliputi hewan-hewan yang mempunyai ukuran lebih besar dari 1,0 mm Ini termasuk Echinodermata, Crustacea, Annelida Mollusca, dan anggota beberapa filum lainnya.

Jasad-jasad bentos tersebut dapat dibagi berdasarkan wilayah pasang surut yaitu, bentos yang hidup di daerah supra pasut, wilayah pasut dan sub pasut. Keadaan ekstrim terdapat di lokasi air pasang dimana bentos tersebut harus menghadapi banyak kekeringan dan suhu udara panas karena daerah ini hanya beberapa tertutup air. Sebaliknya di wilayah sub pasut bentos senantiasa tertutupi oleh air (Dahuri, 2001). Bentos mempunyai habitat yang relatif tetap pada dasar perairan. Dengan sifatnya yang demikian, perubahan kualitas air dan substrat tempat hidupnya sangat mempengaruhi

komposisi maupun kelimpahannya. Komposisi maupun kelimpahan makrozoobentos bergantung pada toleransi atas sensitivitasnya terhadap perubahan lingkungan. Setiap komunitas memberikan respon terhadap kualitas habitat dengan cara penyesuaian diri pada struktur komunitas. Dalam lingkungan yang relatif stabil, komposisi dan kelimpahan makrozoobentos relatif tetap (APHA, 1993 *et al*, ; Zulkifli, 2008).

Jasad organisme bentos dapat dibagi menurut organisme bentos yang mendiami daerah supra pasut, wilayah pasut dan sub pasut. Kondisi ekstrim terjadi di perairan tinggi di mana organisme bentos harus tahan terhadap banyak kekeringan dan suhu tinggi, karena daerah tersebut hanya sebagian tertutup air. Di sisi lain, organisme bentos dalam kondisi pasang surut selalu tertutup air (Dahuri, 2001). Bentos memiliki habitat yang relatif padat di dasar air. Oleh karena itu, perubahan kualitas air dan substrat di mana ia mendiami memiliki dampak yang signifikan terhadap komposisi dan kuantitasnya. Komposisi dan kelimpahan makrozoobentos tergantung pada toleransinya terhadap kerentanan terhadap perubahan lingkungan. Setiap komunitas merespon kualitas ruang hidup mereka dengan beradaptasi dengan struktur komunitas. Dalam lingkungan yang relatif stabil, komposisi dan kelimpahan makrozoobentos relatif tetap (APHA, 1993 *et al*, ; Zulkifli, 2008).

C. Faktor Lingkungan Pendukung Kehidupan Makrozoobentos

Keberadaan makrozoobentos di perairan dipengaruhi oleh berbagai parameter lingkungan seperti sifat fisika yaitu kedalaman, kecepatan arus, kekeruhan, substrat, dan suhu perairan. Sifat Kimia yang mempengaruhi makrozoobentos adalah keasaman dan kandungan oksigen terlarut (Odum, 1993; Awaluddin, 2018).

1. BOT (Bahan Organik Total)

Bahan organik berasal dari sisa-sisa hewan dan tumbuhan yang ditemukan di tanah dan mengalami perombakan yang kompleks dan dinamis. Bahan organik terlarut total merupakan kandungan total bahan organik dalam air, yang terdiri dari bahan organik terlarut, tersuspensi, dan koloid. Bahan organik juga merupakan indikator kesuburan baik di lingkungan darat maupun laut. Kandungan bahan organik tanah mencerminkan kualitas tanah dan merupakan faktor kualitas lingkungan dalam air. Sejumlah bahan organik tertentu bermanfaat bagi air, tetapi ketika jumlahnya melebihi daya dukung air, maka akan mengganggu perairan itu sendiri (Odum, 1997; Awaluddin, 2018).

2. Substrat/Sedimen

Tanah pada hutan mangrove merupakan tanah yang belum matang, biasanya disebut sedimen. Lumpur terbentuk dari partikel debu dengan partikel liat dimana keberadaan partikel debu terjadi akibat proses pasang surut air laut yang mendukung keberlangsungan hidup makrozoobentos. Partikel debu merupakan partikel yang bersama-sama dengan partikel liat dan pasir akan membentuk lumpur. Keberadaan partikel debu terjadi akibat proses pasang surut untuk mendukung keberadaan makrozoobentos. Partikel debu diperlukan oleh makrozoobentos hanya dalam batas-batas yang wajar atau minimal, karena debu mampu mengikat zat hara yang dibutuhkan dalam kehidupannya. Pada substrat pasir, kandungan oksigen relatif besar dibandingkan dengan jenis substrat yang lebih halus, hal ini dikarenakan pada jenis substrat pasir terdapat pori udara yang memungkinkan terjadinya pencampuran yang lebih intensif dengan air di atasnya. Namun demikian, nutrient tidak banyak terdapat dalam substrat berpasir (Chalid, 2014). Sementara itu, liat juga dapat menekan perkembangan dan kehidupan makrozoobentos, karena partikel-partikel liat sulit ditembus (memiliki aerasi yang rendah) oleh makrozoobentos untuk melakukan aktivitas kehidupannya. Disamping itu liat sangat miskin unsur hara karena kegiatan dekomposer sedikit dan dengan demikian tidak mampu menyumbangkan hasil dekomposisi bahan organik (Arief, 2003; Awaluddin, 2018).

D. Indeks Ekologi

1. Indeks Keanekaragaman (H')

Indeks Keanekaragaman Hayati (H') secara matematis menggambarkan keadaan populasi organisme untuk memfasilitasi analisis informasi tentang populasi yang berbeda dalam suatu komunitas. Keanekaragaman spesies, juga dikenal sebagai heterogenitas spesies, adalah ciri unik yang menggambarkan struktur komunitas dalam jaringan kehidupan. Komunitas memiliki keanekaragaman hayati yang tinggi ketika mereka berlimpah dalam berbagai spesies, dan sebaliknya, mereka rendah dalam keanekaragaman hayati ketika spesiesnya rendah (Ardi, 2002).

Keanekaragaman (H') memiliki nilai tertinggi ketika semua individu termasuk dalam genus atau spesies yang berbeda, dan nilai terendah ketika semua individu termasuk dalam satu genus atau hanya satu spesies (Odum, 1993; Awaluddin, 2018). Kriteria indeks keanekaragaman (H') diklasifikasikan menjadi (Odum, 1993; Awaluddin, 2018):

Tabel 2. Kriteria Indeks keanekaragaman (H')

Indeks keanekaragaman jenis (H')	Kategori
$H' < 1$	Rendah
$1 < H' \leq 3$	Sedang
$H' > 3,0$	Tinggi

2. Indeks Keseragaman (E)

Indeks keseragaman (E) digunakan untuk menggambarkan keadaan jumlah spesies atau genera yang dominan. Rentang nilai untuk indeks keseragaman adalah 0-1. Semakin tinggi nilai E, semakin mendukung homogenitas populasi. Ini berarti bahwa populasi setiap genus atau spesies sama atau hampir sama. Sebaliknya, semakin kecil nilai E, semakin tidak seragam populasinya. Artinya distribusi individu dari berbagai spesies tidak sama dan satu spesies cenderung mendominasi populasi. (Odum, 1993; Awaluddin, 2018).

Nilai indeks keseragaman (E) $0,75 < E < 1,00$ menandakan kondisi komunitas yang stabil, komunitas stabil menandakan ekosistem tersebut mempunyai keanekaragaman yang tinggi, tidak ada jenis yang dominan serta pembagian jumlah individu (Odum, 1993; Awaluddin, 2018). Kriteria indeks Keseragaman (E) diklasifikasikan menjadi (Odum, 1993; Awaluddin, 2018):

Tabel 3. Kriteria indeks Keseragaman (E)

Indeks Keseragaman (E)	Kategori
$0,0 < E \leq 0,50$	Tertekan
$0,50 < E \leq 0,75$	Tidak stabil
$0,75 < E \leq 1,00$	Stabil

3. Indeks Dominansi (C)

Dominansi makrozoobentos digunakan untuk menghitung keberadaan spesies tertentu yang mendominasi komunitas makrozoobentos. Indeks Simpson digunakan untuk menghitung indeks dominan tertentu untuk komunitas makrozoobentos. Rentang nilai untuk indeks dominan adalah 0-1. Semakin dekat ke 1, semakin tinggi dominasi spesies tertentu. Namun, jika nilainya mendekati 0 (nol), berarti spesies tertentu tidak dominan. Kriteria indeks Dominansi (C) diklasifikasikan menjadi (Odum, 1993; Awaluddin, 2018):

Tabel 4. Kriteria indeks Dominansi (C)

Indeks Dominansi (C)	Kategori
$0 < D \leq 0,5$	Rendah
$0,50 < D \leq 0,75$	Sedang
$0,75 < D \leq 1,00$	Tinggi

E. Perubahan Tutupan Lahan Vegetasi Mangrove

Tutupan lahan adalah tutupan biofisik permukaan yang dapat diamati dan merupakan hasil pengaturan, aktivitas, dan perlakuan manusia terhadap jenis tutupan lahan tertentu untuk melakukan kegiatan produksi, modifikasi, atau pemeliharaan di dalam kawasan tersebut (SNI Klasifikasi Penutup Lahan, 2010). Tutupan lahan adalah perwujudan fisik permukaan bumi melalui vegetasi, lanskap dan sensor budaya, terlepas dari pengaruh manusia terhadap objek tersebut. Tutupan lahan dapat mewakili hubungan antara proses alam dan proses sosial. Proses alam seperti banjir, kekeringan, kebakaran hutan, letusan gunung berapi, keausan. Sedangkan, proses sosial seperti pertumbuhan penduduk, ekonomi, struktur sosial masyarakat dan lembaga-lembaganya. Perubahan tutupan lahan dapat didefinisikan sebagai proses pengubahan tutupan lahan lama yang permanen atau sementara menjadi tutupan lahan baru baik untuk tujuan komersial maupun industri karena pertumbuhan dan perubahan struktur sosial ekonomi masyarakat (Kusumo *et al*, 2016).

Pemanfaatan lahan pesisir merupakan penyebab utama permasalahan pesisir, yaitu menyebabkan tata guna lahan yang tidak normal di beberapa daerah. Perubahan tutupan lahan dapat dipengaruhi oleh perubahan garis pantai yang rawan erosi atau sedimentasi. Perkembangan teknologi yang pesat memungkinkan pengamatan perubahan tutupan lahan menggunakan data geospasial dan penginderaan jauh dari peta penggunaan lahan. Data penginderaan jauh seperti citra satelit, radar, dan citra udara dapat sangat membantu dalam memfasilitasi analisis perubahan tutupan lahan.

Tutupan lahan merupakan informasi dasar penelitian ilmu kebumih dan perubahan global. Tutupan lahan memberikan informasi untuk pemodelan dan analisis fenomena alam yang terjadi di permukaan bumi (Jia *et al*, 2014; Amaliah, 2021). Tutupan lahan biasanya diperoleh dari hasil klasifikasi citra satelit. Citra satelit sering digunakan untuk menganalisis dinamika penggunaan lahan atau perubahan lahan di Area (Al Mukmin *et al*, 2016).

F. Penginderaan Jauh untuk Mangrove

Secara umum penginderaan jauh dapat didefinisikan sebagai ilmu untuk memperoleh informasi atau data tentang keadaan fisik suatu objek atau sasaran, serta wilayah dan fenomena, tanpa menyentuh atau bersentuhan langsung dengan objek atau sasaran tersebut (Soenarmo, 2009; Asirwan, 2017). Penginderaan jauh untuk digunakan untuk menilai kesehatan tanaman, memprediksi usia dan kematangan tanaman, serta memetakan hutan dan tingkat kerusakan tanaman (Purkis dan Klemas, 2011; Asirwan, 2017).

Penelitian mengenai kerapatan mangrove dapat dilakukan dengan transformasi indeks vegetasi. Indeks vegetasi merupakan perpaduan matematis antara band merah dan band NIR (*Near-Infrared*) sebagai indikator keberadaan dan kondisi vegetasi. Vegetasi yang aktif melakukan fotosintesis akan menyerap sebagian besar gelombang merah sinar matahari dan memantulkan gelombang inframerah dekat lebih tinggi. Vegetasi yang sudah mati atau kurang sehat lebih banyak memantulkan gelombang merah dan lebih sedikit pada gelombang inframerah dekat (Humaedi, 2016).

Algoritma NDVI sebagai berikut (Rouse *et al*, 1973):

$$NDVI = \frac{(NIR - R)}{(NIR + R)}$$

Keterangan:

NDVI = *Normalized Difference Vegetation Index*

NIR = Nilai reflektansi spektral pada band inframerah dekat

R = Nilai reflektansi spektral pada band merah

Humaedi (2016) mengemukakan bahwa tinggi rendahnya nilai NDVI sangat dipengaruhi oleh kerapatan vegetasi, tutupan tajuk dan jenis vegetasi, karena semakin rapat vegetasi dan tutupan tajuk maka permukaan daun akan memantulkan radiasi yang semakin besar, jika vegetasi yang teridentifikasi merupakan pepohonan maka akan memiliki nilai NDVI yang tinggi dibandingkan jika yang teridentifikasi berupa semak atau rumput. Lufilah (2017) juga menyatakan bahwa kumpulan berbagai vegetasi yang bermacam-macam akan menghasilkan tingkat kerapatan vegetasi yang berbeda. Vegetasi memiliki ciri khas spektral yang unik dapat dianalisis dengan berbagai cara agar mendapatkan indeks yang mewakili kondisi dari vegetasi tersebut. Tingkat kerapatan untuk vegetasi mangrove dibagi menjadi 3 kelas yaitu kategori mangrove jarang, mangrove sedang, dan mangrove rapat, untuk mengkategorikan mangrove ke dalam kelas-kelas tersebut menggunakan nilai NDVI yang berbeda pada masing-masing kelas. Kriteria tingkat kerapatan mangrove berdasarkan nilai NDVI terbagi menjadi 2 kriteria untuk landsat 7 dan landsat 8. Kriteria tingkat kerapatan mangrove berdasarkan nilai NDVI untuk citra landsat 7 (Dep.Hut, 2005) yaitu:

Tabel 5. Kriteria tingkat kerapatan mangrove NDVI untuk citra landsat 7

Kategori Mangrove	Nilai NDVI
Mangrove jarang	$0 \leq 0,33$
Mangrove sedang	$0,34 \leq 0,42$
Mangrove rapat	$0,43 \leq 1,00$

Sumber: Dep.Hut, 2005

Kriteria baku tingkat kerapatan mangrove berdasarkan nilai NDVI untuk citra landsat 8 (Selamat *et al*, 2021) yaitu:

Tabel 6. Kriteria baku tingkat kerapatan mangrove NDVI untuk citra landsat 8

Kategori Mangrove	Nilai NDVI
Mangrove jarang	$0,36 \leq 0,61$
Mangrove sedang	$0,61 \leq 0,74$
Mangrove rapat	$> 0,74$

Sumber: Selamat *et al*, 2021.

Pranata *et al*, (2016) melakukan kajian mengenai sebaran serta kerapatan mangrove menggunakan teknologi penginderaan jauh di Kabupaten Maros dan data yang digunakan adalah data citra digital Landsat 8 OLI, Mangrove diidentifikasi menggunakan komposit band RGB 564 dan kerapatan mangrove dianalisis dengan menggunakan formula NDVI. Hasil analisis kerapatan mangrove di Kabupaten Maros menunjukkan bahwa mangrove dengan kerapatan sedang cukup besar yaitu sebanyak 68,02% dan kerapatan lebat hanya 24,72% dan kerapatan jarang sebesar 7,26%.

Penelitian menggunakan penginderaan jauh lainnya dilakukan oleh Hickey *et al*, pada tahun 2018 di daerah Australia bagian barat laut, menggunakan data LiDAR dan Landsat 8 OLI (*Operational Land Imager*) dengan persamaan alometrik untuk mendapatkan estimasi tinggi mangrove, biomassa, dan stok C. Hasil penelitian tersebut yaitu 2.417 Mg untuk biomassa dan 778 Mg untuk C organik. Selanjutnya di Kecamatan Tongas, Probolinggo dilakukan analisis perubahan luas dan kerapatan mangrove dalam kurun waktu 10 tahun. Penelitian tersebut menggunakan metode klasifikasi terbimbing (*Supervised Classification*) dengan pendekatan kemiripan maksimum (*Maximum likelihood*). Analisis kerapatan vegetasi mangrove dengan metode NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*). Pada tahun 2008 luas lahan mangrove sebesar 55,39 ha. Kemudian mengalami penurunan pada 2012 menjadi 52,52 ha. Empat tahun kemudian pada tahun 2015 kenaikan secara signifikan terjadi mangrove mengalami penambahan luasan sebesar 13,76 ha. Tahun 2018 mangrove mengalami penambahan luasan sebesar 9,85 ha. Perubahan yang terjadi dari tahun 2008-2018 adalah sebesar 20,74 ha. Kecamatan Tongas Probolinggo pada tahun 2008 memiliki kerapatan jarang dan sedang dengan luasan masing-masing sebesar 53,98 ha dan 2,19 ha. Kecamatan Tongas Probolinggo pada tahun 2008 tidak memiliki mangrove yang berkategori rapat. Kondisi kerapatan mangrove mengalami penurunan dari tahun 2012. Mangrove di Kecamatan Tongas Probolinggo mengalami fluktuasi luasan pada tahun 2012 mengalami penurunan karena adanya pengaruh dari kondisi gelombang yang datang. Kerapatan mangrove berubah dikarenakan adanya stress lingkungan yang dialami karena angin kuat dan adanya semak di sekitar mangrove yang mengakibatkan mangrove tidak berkembang. Pertambahan luasan terjadi karena adanya penanaman hutan mangrove.