

**STRUKTUR KOMUNITAS MAKROZOOBENTOS DAN
VEGETASI MANGROVE DI KAWASAN EKOSISTEM MANGROVE
DESA MARGASARI, KABUPATEN LAMPUNG TIMUR
DAN PETENGORAN, KABUPATEN PESAWARAN, LAMPUNG.**

(Skripsi)

Oleh

**Indah Falupi Idelia
1814221002**



**JURUSAN PERIKANAN DAN KELAUTAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

ABSTRAK

STRUKTUR KOMUNITAS MAKROZOOBENTOS DAN VEGETASI MANGROVE DI KAWASAN EKOSISTEM MANGROVE DESA MARGASARI, KABUPATEN LAMPUNG TIMUR DAN PETENGORAN, KABUPATEN PESAWARAN, LAMPUNG.

Oleh

INDAH FALUPI IDELIA

Mangrove merupakan tanaman yang hidup di antara laut dan daratan yang dipengaruhi oleh pasang-surut. Salah satu kelompok biota yang berasosiasi di ekosistem mangrove adalah makrozoobentos. Makrozoobentos merupakan biota yang memanfaatkan fungsi hutan mangrove. Penelitian bertujuan membandingkan struktur komunitas mangrove, makrozoobentos, dan menganalisis karakteristik mangrove di Desa Margasari dan Petengoran. Struktur komunitas makrozoobentos dan vegetasi mangrove di analisis menggunakan metode indeks Shannon-Wiener yang meliputi data indeks kelimpahan, indeks keanekaragaman, indeks keseragaman, dan indeks dominansi makrozoobentos. Analisis data menggunakan metode PCA. Lokasi Petengoran didominasi oleh jenis mangrove *Rhizophora apiculata*, sedangkan lokasi Margasari didominasi oleh jenis mangrove *Avicennia marina*. Struktur komunitas makrozoobentos di mangrove Petengoran dan mangrove Desa Margasari menunjukkan tingkat dominansi yang tinggi. Karakteristik stasiun 1 Petengoran dan stasiun 2 Margasari dicirikan oleh kepadatan biota dan suhu yang cukup tinggi dan memiliki korelasi yang negatif. Stasiun 3 Margasari memiliki karakteristik kerapatan mangrove dan pH yang tinggi dan memiliki korelasi positif. Stasiun 2 Petengoran dan stasiun 1 Margasari memiliki karakteristik wilayah yang dicirikan dari salinitas dan DO yang tinggi serta memiliki korelasi yang positif, sedangkan untuk stasiun 3 Petengoran tidak dicirikan oleh kondisi apapun.

Kata Kunci: Mangrove, makrozoobentos, PCA, kualitas perairan

ABSTRACT

THE COMMUNITY STRUCTURE OF MAKROZOOBENTHOS AND MANGROVE VEGETATION IN MANGROVE ECOSYSTEM AT MARGASARI VILLAGE, EAST LAMPUNG DISTRICT AND PETENGORAN, PESAWARAN DISTRICT, LAMPUNG.

By

INDAH FALUPI IDELIA

Mangrove ecosystem are plants that live between the sea and land which are affected by the tides. One of the associated biota group of the mangrove ecosystem are the macrozoobenthos. Macrozoobenthos is a biota that utilizes the function of mangrove forests. The aims of this study were to compare the community structure of the mangroves, macrozoobenthos, otherwise to analyze the characteristics of the mangrove at Margasari and Petetengoran. The community structure of macrozoobenthos and mangrove vegetation was analyzed using the Shannon-Wiener index method which included data of abundance index, diversity index, similarity index, macrozoobenthic dominance index, analyzed data used PCA (principal component Analysis) method . The mangrove species *Rhizopora appiculata* dominated the Petetengoran area, while the *Avicennia marina* mangrove dominated at Margasari. The macrozoobenthos community structure in the Petengoran mangroves and the mangroves of Margasari Village showed a high degree of dominance. The characteristics of the 1st station of Petengoran and 2nd station of Margasari were characterized by a relatively high density of biota and temperature, which had a negative correlation. Station 3 Margasari had high mangrove density and pH characteristics and had a positive correlation. The 2nd Petegoran Station and the 1st Margasari Station had regional characteristics which were characterized by high salinity and DO and had a positive correlation. Meanwhile, station 3 Petegoran is not characterized by any conditions.

Keywords: Mangrove, macrozoobenthos, PCA, water quality

**STRUKTUR KOMUNITAS MAKROZOOBENTOS DAN
VEGETASI MANGROVE DI KAWASAN EKOSISTEM MANGROVE
DESA MARGASARI, KABUPATEN LAMPUNG TIMUR
DAN PETENGORAN, KABUPATEN PESAWARAN, LAMPUNG.**

Oleh

Indah Falupi Idelia

Skripsi

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

Pada

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



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

Judul Skripsi : **STRUKTUR KOMUNITAS MAKROZOOBENTOS DAN VEGETASI MANGROVE DI KAWASAN EKOSISTEM MANGROVE DESA MARGASARI, KABUPATEN LAMPUNG TIMUR DAN PETENGORAN, KABUPATEN PESAWARAN, LAMPUNG**

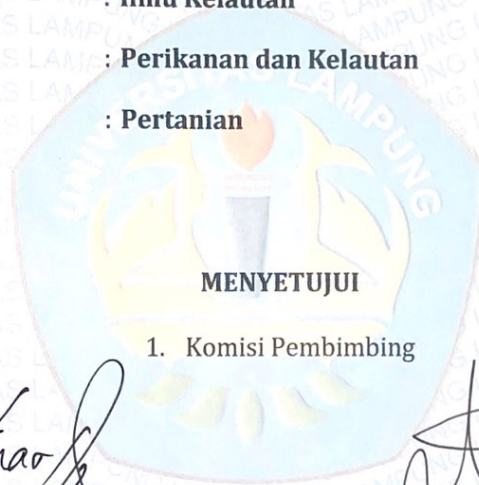
Nama Mahasiswa : **Indah Falupi Idelia**

NPM : **1814221002**

Program Studi : **Ilmu Kelautan**

Jurusan : **Perikanan dan Kelautan**

Fakultas : **Pertanian**



1. Komisi Pembimbing

Dr. Moh. Muhaemin, S.Pi., M.Si.
NIP 19741212 200003 1 002

Anma Hari Kusuma, S.I.K., M.Si.
NIP 19900120 201903 1 011

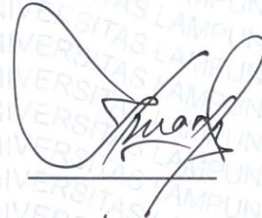
2. Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan

Dr. Indra Gumay Yudha, S.Pi., M.Si.
NIP 19700815 199903 1 001

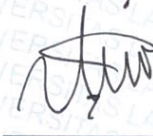
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

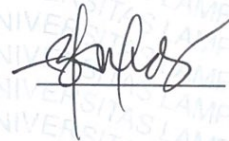
Ketua : Dr. Moh. Muhaemin, S.Pi., M.Si.



Sekretaris : Anma Hari Kusuma, S.I.K., M.Si.



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



2. Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.

19611020 198603 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 15 Juni 2023

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Indah Falupi Idelia

NPM : 1814221002

Judul Skripsi : Struktur Komunitas Makrozoobentos dan Vegetasi Mangrove di Kawasan Ekosistem Mangrove Desa Margasari, Kabupaten Lampung Timur dan Petengoran, Kabupaten Pesawaran, Lampung.

Menyatakan bahwa skripsi yang saya tulis adalah murni hasil karya sendiri berdasarkan pengetahuan dan data yang saya peroleh. Skripsi ini murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan dari tim dosen pembimbing. Karya tulis ini belum pernah dipublikasikan sebelumnya dan bukan plagiat dari karya orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan naskah, dengan naskah disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka. Demikian pernyataan ini saya buat, apabila di kemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini, maka saya siap bertanggung jawab.

Bandar Lampung, 05 Oktober 2023



Indah Falupi Idelia
NPM. 1814221002

RIWAYAT HIDUP



Penulis lahir di Tanjung Karang, Kota Bandar Lampung, Lampung pada tanggal 17 Mei 2000. Penulis merupakan anak kedua dari 2 bersaudara dari Bapak Yohanes Kristianto dan Ibu Rahayu Kisworini. Penulis memulai pendidikan di Sekolah Dasar SDN 2 Rawa Laut (2006-2012), Sekolah Menengah Pertama (SMP) Tunas Mekar

Indonesia (2012-2015), dan melanjutkan Sekolah Menengah Atas (SMA) YP Unila (2015-2018). Penulis melanjutkan pendidikan ke jenjang sarjana (S1) pada pertengahan tahun 2018 di Universitas Lampung, Fakultas Pertanian, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Program Studi Ilmu Kelautan melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi (SNMPTN).

Semasa menjadi mahasiswa, penulis pernah mengikuti kegiatan magang pengelolaan Taman Nasional Kepulauan Seribu (TNKS) di Balai Taman Nasional Kepulauan Seribu seksi Pengelolaan Taman Nasional Wilayah II Pulau Harapan (15 Juli – 2 Agustus 2020). Pada tahun 2021, penulis mengikuti kegiatan sertifikasi selam untuk mendapatkan jenjang A1 *Scuba Diver* pada tanggal 21 Juni 2021. Penulis juga tergabung dalam Himpunan Mahasiswa Perikanan dan Kelautan (Himapik), yaitu sebagai Bendahara Bidang Pengkaderan. Selain itu, penulis menjadi asisten dosen pada praktikum mata kuliah Ekologi Laut Tropis dan Botani Laut pada tahun 2022 dan 2023.

Beberapa kegiatan yang pernah dilaksanakan penulis di antaranya kegiatan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Kelurahan Sukarame, Bandar Lampung dan melaksanakan Praktik Umum (PU) secara mandiri di Pantai Ketapang, Pesawaran. Lampung dengan judul “Analisis Kelimpahan Moluska dengan Kerapatan Mangrove di

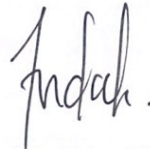
Pantai Ketapang, Desa Batu Menyan, Kecamatan Teluk Pandan, Kabupaten Pesawaran, Provinsi Lampung.”

8. Teman – teman seperjuangan Program Studi Ilmu Kelautan 2018 yang telah memberikan momen- momen selama masa perkuliahan,
9. Sahabat penulis, Eliza Sundari, Aqilla Fita Sari, Narinda Syalsabilla, dan Nissa Aqilla yang selalu memberikan semangat kepada penulis dalam melaksanakan penelitian dan dalam menyelesaikan skripsi,
10. Teman terdekat penulis Aryanti dan Lietha terima kasih karena sudah membantu dan memberikan semangat kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi,
11. Teruntuk Faishal Taqy terima kasih sudah memberikan motivasi dan semangat untuk penulis dalam menyelesaikan skripsi.

Penulis menyadari bahwa skripsi masih jauh dari kata sempurna, akan tetapi penulis berharap semoga karya ini dapat bermanfaat bagi pembacanya. Semoga segala dukungan, bimbingan, dan doa yang diberikan kepada penulis mendapatkan balasan dari Allah Azzawa Jalla. Aamiin.

Bandar Lampung, 05 Oktober 2023

Penulis



Indah Falupi Idelia

NPM. 1814221002

RIWAYAT HIDUP



Penulis lahir di Tanjung Karang, Kota Bandar Lampung, Lampung pada tanggal 17 Mei 2000. Penulis merupakan anak kedua dari 2 bersaudara dari Bapak Yohanes Kristianto dan Ibu Rahayu Kisworini. Penulis memulai pendidikan di Sekolah Dasar SDN 2 Rawa Laut (2006-2012), Sekolah Menengah Pertama (SMP) Tunas Mekar

Indonesia (2012-2015), dan melanjutkan Sekolah Menengah Atas (SMA) YP Unila (2015-2018). Penulis melanjutkan pendidikan ke jenjang sarjana (S1) pada pertengahan tahun 2018 di Universitas Lampung, Fakultas Pertanian, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Program Studi Ilmu Kelautan melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi (SNMPTN).

Semasa menjadi mahasiswa, penulis pernah mengikuti kegiatan magang pengelolaan Taman Nasional Kepulauan Seribu (TNKS) di Balai Taman Nasional Kepulauan Seribu seksi Pengelolaan Taman Nasional Wilayah II Pulau Harapan (15 Juli – 2 Agustus 2020). Pada tahun 2021, penulis mengikuti kegiatan sertifikasi selam untuk mendapatkan jenjang A1 *Scuba Diver* pada tanggal 21 Juni 2021. Penulis juga tergabung dalam Himpunan Mahasiswa Perikanan dan Kelautan (Himapik), yaitu sebagai Bendahara Bidang Pengkaderan. Selain itu, penulis menjadi asisten dosen pada praktikum mata kuliah Ekologi Laut Tropis dan Botani Laut pada tahun 2022 dan 2023.

Beberapa kegiatan yang pernah dilaksanakan penulis di antaranya kegiatan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Kelurahan Sukarame, Bandar Lampung dan melaksanakan Praktik Umum (PU) secara mandiri di Pantai Ketapang, Pesawaran. Lampung dengan judul “Analisis Kelimpahan Moluska dengan Kerapatan Mangrove di

Pantai Ketapang, Desa Batu Menyan, Kecamatan Teluk Pandan, Kabupaten Pesawaran, Provinsi Lampung.”

MOTO HIDUP

Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari sesuatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain).

Dan hanya kepada Tuhanmulah engkau berharap.

(QS. Al-Insyirah: 6-8).

Allah mencintai pekerjaan yang apabila bekerja ia menyelesaikannya dengan baik.

(HR. Thabrani).

You cant let failures define you, you have to let your failures teach you.

(Barack Obama).

PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmanirrahim

Dengan menyebut nama Allah yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga saya diberikan kesempatan untuk dapat menyelesaikan skripsi saya.

Kupersembahkan skripsi ini kepada:

Bapak dan Ibu tersayang

Karya ini saya persembahkan dengan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak dan Ibu. Orang tua yang selalu mendukung segala hal sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi dan penelitian ini. Terima kasih atas doa-doa dan dukungannya yang tidak pernah berhenti.

Mamas tersayang, terima kasih telah memberikan semangat dan bantuan dana kepada saya saat melakukan penelitian, serta terima kasih banyak kepada teman-teman dan sahabat saya yang telah memberikan semangat kepada saya selama pengerjaan skripsi.

Serta

Almamater Universitas Lampung.

SANWACANA

Puji Syukur ke hadirat Allah Azza wa Jalla, atas segala rahmat serta nikmat-Nya sehingga skripsi dapat diselesaikan sebagai salah satu syarat dalam meraih gelar Sarjana Science pada program studi Ilmu Kelautan. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi tidak terlepas dari peranan serta bantuan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan, dukungan, motivasi dan bimbingan selama proses penyusunan dan penyelesaian skripsi. Secara khusus, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si. selaku Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Lampung,
2. Dr. Indra Gumay Yudha, S.Pi., M.Si. selaku Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan,
3. Dr. Moh. Muhaemin, S.Pi., M.Si. selaku Dosen Pembimbing I yang telah membantu mengarahkan penulis dalam menyelesaikan penelitian,
4. Anma Hari Kusuma, S.I.K., M.Si. selaku Dosen Pembimbing II yang telah membantu mengarahkan penulis dalam menyelesaikan penelitian,
5. Eko Efendi, S.T., M.Si. selaku Dosen Pembahas yang telah memberikan arahan dan saran-saran untuk penulis dalam menyelesaikan penelitian,
6. Kedua Orang Tua dan Mamas yang selalu memberikan doa, semangat, dan motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan penelitian,
7. Teman-teman penulis, Desmi Purnama Sari, Selvana Morita Br, M. Fadhil Priyambodo, Fathan Al Fadhil, M. Rizki Renaldi, Melisa Theresia, R. Nata Trisna, Aqilla Fadya, Caroline Lydia Aulia, dan Ferdina Humairoh yang telah membantu penulis dalam melaksanakan pengambilan data penelitian.

8. Teman – teman seperjuangan Program Studi Ilmu Kelautan 2018 yang telah memberikan momen- momen selama masa perkuliahan,
9. Sahabat penulis, Eliza Sundari, Aqilla Fita Sari, Narinda Syalsabilla, dan Nissa Aqilla yang selalu memberikan semangat kepada penulis dalam melaksanakan penelitian dan dalam menyelesaikan skripsi,
10. Teman terdekat penulis Aryanti dan Lietha terima kasih karena sudah membantu dan memberikan semangat kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi,
11. Teruntuk Faishal Taqy terima kasih sudah memberikan motivasi dan semangat untuk penulis dalam menyelesaikan skripsi.

Penulis menyadari bahwa skripsi masih jauh dari kata sempurna, akan tetapi penulis berharap semoga karya ini dapat bermanfaat bagi pembacanya. Semoga segala dukungan, bimbingan, dan doa yang diberikan kepada penulis mendapatkan balasan dari Allah Azzawa Jalla. Aamiin.

Bandar Lampung, 05 Oktober 2023

Penulis

Indah Falupi Idelia

NPM. 1814221002

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN PENGESAHAN	v
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	3
1.3 Manfaat Penelitian	3
1.4 Kerangka Pikir	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Ekosistem Mangrove	6
2.1.1 Morfologi Mangrove	7
2.1.2 Habitat Mangrove	8
2.1.3 Fungsi Mangrove	8
2.1.4 Faktor Pembatas Pertumbuhan Mangrove	9
2.2 Struktur Komunitas Makrozoobentos	11
2.2.1 Makrozoobentos	12
2.2.2 Habitat Makrozoobentos	15
2.2.3 Manfaat Makrozoobentos	15
2.2.4 Faktor Pembatas Pertumbuhan Makrozoobentos	16
2.2.5 Indeks Ekologi Makrozoobentos	18
2.3 <i>Principal Component Analysis</i> (PCA)	19
III. METODOLOGI PENELITIAN	20
3.1 Waktu dan Tempat	20
3.2 Alat dan Bahan	21
3.3 Prosedur Penelitian	22

3.3.1	Sampling Mangrove	22
3.3.2	Sampling Makrozoobentos	23
3.3.3	Sampling Fisika-Kimia Perairan	24
3.3.4	Sampling Sedimen	24
3.4	Analisis Data	25
3.4.1	Analisis Vegetasi Mangrove.....	25
3.4.2	Analisis Sampel Makrozoobentos	27
3.4.3	<i>Principal Component Analysis (PCA)</i>	31
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN	32
4.1	Struktur Vegetasi Mangrove.....	32
4.2	Struktur Komunitas Makrozoobentos.....	34
4.2.1	Komposisi Makrozoobentos	34
4.2.2	Indeks Ekologi Makrozoobentos	38
4.3	Pola Sebaran Makrozoobentos	41
4.4	Indeks Similiaritas	43
4.5	Kualitas Perairan.....	43
4.5.1	Suhu	44
4.5.2	Salinitas	45
4.5.3	Derajat Keasaman (pH)	45
4.5.4	<i>Dissolve Oxygen (DO)</i>	46
4.5.5	Ukuran Hasil Pertikel Sedimentasi.....	46
4.6	Analisa Hubungan antara Parameter Lingkungan dengan Struktur Komunitas	47
V.	KESIMPULAN DAN SARAN	50
5.1	Kesimpulan.....	50
5.2	Saran	50
	DAFTAR PUSTAKA	52
	LAMPIRAN	60

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Alat-alat penelitian	21
2. Bahan-bahan penelitian	22
3. Klasifikasi ukuran sedimen	25
4. Kategori indeks keanekaragaman makrozoobentos	28
5. Kategori indeks keseragaman makrozoobentos	29
6. Kategori indeks dominansi makrozoobentos	29
7. Kategori indeks morisita makrozoobentos	30
8. Kategori indeks similiaritas sorensen	30
9. Kerapatan dan dominasi mangrove di lokasi penelitian	33
10. Komposisi makrozoobentos	35
11. Pola sebaran makrozoobentos	42
12. Parameter kualitas perairan	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka pikir.....	5
2. Peta lokasi penelitian.....	20
3. Desain transek mangrove.	23
4. Desain transek makrozoobentos.	24
5. Kelimpahan makrozoobentos (ind/m ²).	37
6. Indeks keanekaragaman makrozoobentos.....	38
7. Indeks keseragaman makrozoobentos.....	40
8. Indeks dominansi makrozoobentos.	41
9. Hubungan struktur komunitas makrozoobentos dan mangrove dengan kualitas perairan.	48
10. Pengambilan data lapang.....	60
11. Jenis bentos yang ditemukan.....	61

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Dokumentasi penelitian.....	60

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Mangrove merupakan tanaman yang hidup di antara laut dan daratan yang dipengaruhi oleh pasang surut. Mangrove sering kali ditemukan di tempat pertemuan antara muara sungai dengan air laut. Tumbuhan mangrove dikelilingi oleh air garam atau air payau (Arief, 2003). Ekosistem mangrove menjadi kawasan yang produktif dan memiliki bahan organik yang tinggi. Ekosistem mangrove digunakan untuk tempat mencari makan, berlindung, dan tempat memijah bagi biota laut yang berasosiasi dengan ekosistem mangrove. Ekosistem mangrove merupakan ekosistem yang terdiri atas organisme (tumbuhan dan hewan) yang berinteraksi dengan faktor lingkungan dan sesamanya di dalam suatu habitat mangrove. Ekosistem mangrove memiliki fungsi ekologis, di antaranya sebagai habitat berbagai jenis biota, tempat pemijahan biota perairan, pelindung garis pantai, serta tempat mencari makan dan pembesaran biota perairan. Selain itu, mangrove juga berfungsi sebagai biofilter yang menangkap polutan yang dapat mencemari lingkungan (Susiana, 2011).

Salah satu kelompok biota yang berasosiasi di ekosistem mangrove adalah makrozoobentos. Makrozoobentos merupakan biota yang memanfaatkan fungsi hutan mangrove. Makrozoobentos memiliki sifat yang peka terhadap beberapa bahan pencemar, mobilitas yang rendah, mudah di tangkap dan memiliki kelangsungan hidup yang panjang. Hal tersebut membuat makrozoobentos memiliki peran dalam keseimbangan suatu ekosistem perairan dan dapat menjadi indikator kondisi ekologi terkini pada suatu kawasan tertentu (Pong-Masak dan Pirzan, 2006). Makrozoobentos juga merupakan organisme yang tinggal dalam sedimen dasar perairan atau organisme yang hidup di dasar perairan. Makrozoobentos

mempunyai habitat hidup yang relatif tetap, memiliki ukuran yang besar sehingga mudah untuk diidentifikasi, pergerakannya terbatas, dan hidup di dalam maupun di dasar perairan. Sifat tersebut yang menjadikan makrozoobentos baik digunakan sebagai indikator biologis di suatu perairan. Selain itu, kelimpahan dan keanekaragaman makrozoobentos sangat dipengaruhi oleh perubahan kualitas air dan substrat tempat hidupnya. Kelimpahan dan keanekaragaman ini sangat bergantung pada toleransi serta sensitifitasnya terhadap lingkungan sekitarnya. Sesuai dengan pernyataan sebelumnya bahwa banyaknya bahan pencemar dapat memberikan dua pengaruh terhadap organisme perairan, terutama terhadap makrozoobentos, yaitu membunuh spesies tertentu dan sebaliknya dapat mendukung perkembangan spesies lain.

Penelitian mengenai struktur komunitas makrozoobentos dan vegetasi mangrove dilakukan di 2 desa berbeda yaitu, Desa Margasari, Kabupaten Lampung Timur, dan Desa Gebang, Kabupaten Pesawaran. Luas hutan mangrove yang terdapat di Desa Margasari, Kecamatan Labuhan Maringgai, Kabupaten Lampung Timur adalah sekitar 700 hektar atau 6,65% dari luas hutan mangrove seluruh Provinsi Lampung (Indrian *et al.*, 2014). Hutan mangrove yang terdapat di Desa Margasari memiliki potensi, baik dalam fisik, ekonomi, dan ekologi. Ekosistem mangrove yang terdapat di Desa Margasari merupakan desa binaan sekaligus dijadikan sebagai tempat wisata ekosistem mangrove. Hutan mangrove Desa Margasari telah dikembangkan untuk ekowisata, seperti fasilitas perahu dan informasi mengenai jenis-jenis mangrove dan informasi mengenai flora dan fauna yang ada di hutan mangrove (Indrian *et al.*, 2014).

Ekosistem mangrove yang terdapat di Kabupaten Pesawaran mulai dikembangkan menjadi sektor ekowisata. Salah satu ekowisata di Kabupaten Pesawaran adalah Ekowisata Hutan Mangrove Petengoran yang terletak di Desa Gebang, Kabupaten Pesawaran. Desa Gebang, Kabupaten Pesawaran memiliki hutan mangrove seluas ± 113 hektar (ha). Ekosistem mangrove sangat berpotensi untuk dikembangkan dalam meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Pemanfaatan ekosistem mangrove untuk ekowisata dapat membangun pendapatan sumber perekonomian dan menunjang kesejahteraan masyarakat yang mengacu pada semangat otonomi daerah

dan kemandirian masyarakat lokal (Andi, 2014). Namun saat ini belum ada informasi mengenai struktur komunitas makrozoobentos di lokasi penelitian tersebut. Mengingat bahwa makrozoobentos memiliki peranan yang sangat penting untuk ekosistem mangrove, maka perlu dilakukannya penelitian lebih lanjut untuk mempelajari struktur komunitas makrozoobentos dan vegetasi mangrove di kawasan ekosistem mangrove.

1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian adalah:

1. Membandingkan struktur komunitas mangrove Desa Margasari dan mangrove Petengoran.
2. Membandingkan struktur komunitas makrozoobentos di kawasan ekosistem mangrove Desa Margasari dan mangrove Petengoran.
3. Menganalisis karakteristik habitat pada setiap stasiun penelitian.

1.3 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai indikasi penggunaan makrozoobentos sebagai bioindikator di ekosistem mangrove di kedua kawasan tersebut.

1.4 Kerangka Pikir

Menurut Santoso (2000), ekosistem mangrove adalah suatu sistem di alam tempat berlangsungnya kehidupan yang mencerminkan hubungan timbal balik antara makhluk hidup dengan lingkungannya dan di antara makhluk hidup itu sendiri, terdapat pada wilayah pesisir, terpengaruh pasang surut air laut, dan didominasi oleh spesies pohon atau semak yang khas dan mampu tumbuh dalam perairan asin atau payau

Pada penelitian ini diambil sample di wilayah Desa Margasari, Kecamatan Labuhan Maringgai, Kabupaten Lampung Timur. Ekosistem mangrove di Desa Margasari telah dikembangkan menjadi ekowisata, seperti informasi terkait jenis

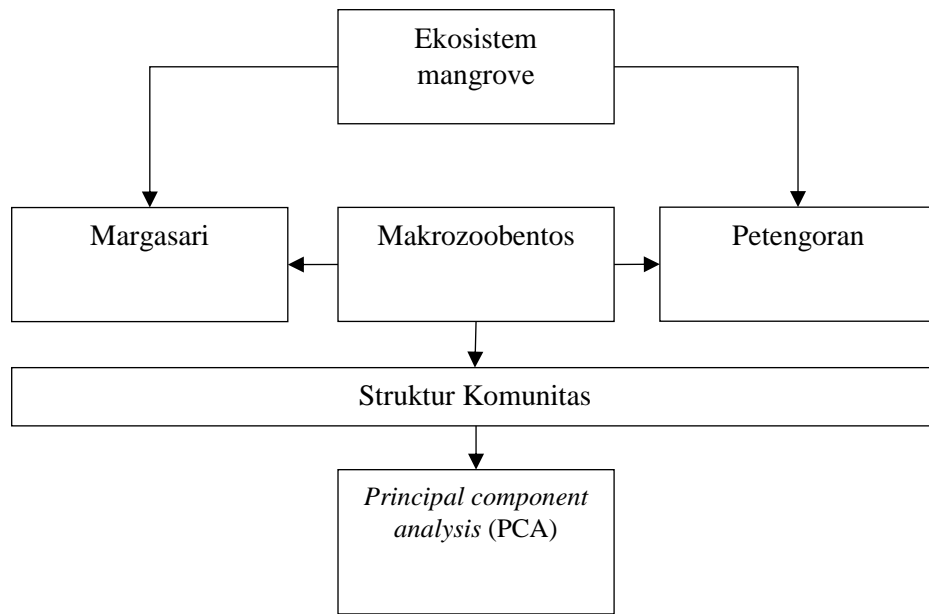
mangrove dan flora dan fauna di hutan mangrove wilayah tersebut. Pemanfaatan mangrove sebagai ekowisata berpeluang merubah stuktur komunitas dan kualitas lingkungan di ekosistem mangrove.

Daerah Petengoran yang berada Kabupaten Pesawaran juga merupakan salah satu sampel penelitian. Ekosistem mangrove Petengoran berpotensi untuk dikembangkan guna meningkatkan kesejahteraan masyarakat sekitar. Sama seperti Desa Margasari, Petengoran juga dalam pemanfaatan mangrove berpeluang dapat merubah struktur komunitas dan lingkungan.

Di kedua wilayah tersebut saat ini belum tersedia informasi mengenai struktur komunitas makrozoobentos. Maka dari itu penelitian ini juga fokus pada struktur makrozoobentos, mengingat bahwa makrozoobentos memiliki peranan yang sangat penting untuk ekosistem mangrove.

Perubahan yang terjadi dapat merubah struktur komunitas biota yang berasosiasi didalamnya, salah satunya adalah kelompok biota kelas makrozoobentos. Struktur komunitas merupakan ilmu mempelajari tentang susunan atau komposisi spesies dan kelimpahannya dalam suatu ekosistem (Schowalter, 1996). Struktur komunitas mempunyai beberapa indeks ekologi yang meliputi indeks keanekaragaman, indeks pemerataan dan dominansi. Penelitian ini menjelaskan dan menganalisis struktur komunitas makrozoobentos, kondisi ekosistem mangrove beserta kualitas air dan sedimen perlu dilakukan untuk memberikan informasi terkait hubungan antara struktur komunitas makrozoobentos dengan kerapatan mangrove dan kualitas lingkungan.

Data makrozoobentos yang telah didapat diolah menggunakan metode indeks Shannon-Wiener yang meliputi data indeks kelimpahan, indeks keanekaragaman, indeks keseragaman, indeks dominansi makrozoobentos, dan metode PCA. Data parameter kualitas air yang diperoleh berupa suhu, salinitas, derajat keasaman (pH), oksigen terlarut, dan sedimen. Adapun kerangka pikir dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka pikir.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ekosistem Mangrove

Hutan mangrove adalah kelompok jenis tumbuhan yang tumbuh di sepanjang garis pantai tropis sampai subtropis yang dapat hidup di suatu lingkungan yang mengandung garam dan bentuk lahan berupa pantai dengan kondisi tanah anaerob. Kata mangrove berarti tanaman tropis yang tumbuh pada daerah intertidal. Daerah intertidal adalah wilayah di bawah pengaruh pasang surut sepanjang garis pantai, seperti laguna, estuaria, pantai dan *river banks*. Mangrove merupakan ekosistem yang spesifik karena pada umumnya hanya dijumpai pada pantai yang berombak relatif kecil atau bahkan terlindung dari ombak, di sepanjang delta dan estuaria yang dipengaruhi oleh masukan air dan lumpur dari daratan (Arief, 2003). Ekosistem mangrove bersifat kompleks karena merupakan tempat habitat para satwa dan biota yang berasosiasi. Ekosistem mangrove juga bersifat dinamis karena dapat tumbuh, berkembang dan mengalami suksesi sesuai dengan perubahan lingkungan tempat tumbuh alaminya (Ashton *et al.*, 2003).

Pengembangan ekowisata mangrove merupakan salah satu upaya dalam pemanfaatan jasa lingkungan dari kawasan pesisir secara berkelanjutan. Ekowisata pada hutan mangrove dipandang dapat bersinergi dengan langkah konservasi ekosistem hutan secara nyata (Mulyadi dan Fitriani, 2012). Ekowisata berbasis konservasi dapat mengoptimalkan potensi ekosistem mangrove di kawasan wisata. Mangrove yang memperhatikan keberlanjutan ekologi dan menciptakan kawasan wisata pesisir bernilai ekonomi. Permintaan akan wisata yang tinggi belum didukung dengan adanya kajian pemanfaatan ekosistem mangrove secara lestari (Hadinata *et al.*, 2020).

Konservasi adalah salah satu dalam upaya pelestarian lingkungan yang memperhatikan manfaat yang dapat diperoleh dan tetap mempertahankan keberadaan setiap komponen lingkungan untuk pemanfaatan di masa depan (Agy, 2011). Hutan konservasi merupakan salah satu upaya perlindungan, pelestarian alam dalam suatu bentuk penyisihan areal sebagai kawasan suaka alam baik untuk perairan laut, pesisir, dan hutan mangrove (Edy dan Nur, 2010). Mangrove alami merupakan kondisi mangrove yang ditumbuhi pohon-pohon secara alami dan memiliki karakteristik berupa vegetasi penyusunnya yang lebih beragam serta tidak adanya campur tangan manusia (Rofi'i *et al.*, 2022). Zonasi alami mangrove dari laut ke daratan dari zona *Avicennia* sp. dan *Sonneratia* sp. zona *Rhizophora* sp. dan *Bruguiera* sp. zona *Lumnitzera* sp. dan zona *Nypa* sp. (Noor *et al.*, 2012). Zonasi tumbuhan mangrove berpengaruh terhadap peranan mangrove baik secara fisik maupun secara ekologis, terutama pada kelangsungan hidup biota asosiasi mangrove (Candri *et al.*, 2020).

2.1.1 Morfologi Mangrove

Tumbuhan yang menjadi anggota komunitas mangrove memiliki daya adaptasi yang khas sesuai dengan habitat yang dipengaruhi oleh pasang surut dan salinitas. Adaptasi genangan air ditandai oleh pembentukan akar napas (*pneumatophores*), akar lutut, akar tunjang, dan perkecambahan biji pada waktu buah masih menempel di pohon. Kandungan garam sangat menentukan kemampuan tumbuh dan reproduksi mangrove. Hampir semua jenis mangrove merupakan jenis yang toleran terhadap garam, tetapi bukan menjadi jenis yang membutuhkan garam untuk hidupnya (Bengen, 2000).

Mangrove jenis *Avicennia* sp., *Rhizophora* sp., *Bruguiera* sp., dan *Sonneratia* sp. banyak ditemukan di Indoensia. Mangrove jenis tersebut merupakan tumbuhan mangrove utama yang banyak dijumpai. Jenis-jenis mangrove tersebut adalah kelompok mangrove yang menangkap, menahan endapan, dan menstabilkan tanah habitatnya (Irwan, 2003). Mangrove tumbuh di tanah bebas oksigen dan harus mendapat hampir semua oksigen dari atmosfer sebagai sistem akarnya (Sobari *et al.*, 2006). Karenanya, akar mangrove terlihat unik dan khas. Akar tersebut

memiliki banyak lubang yang disebut lentisel. Saat air surut, oksigen tersebut memasuki tanaman melalui lentisel dan mencapai akar (Irwan, 2003).

2.1.2 Habitat Mangrove

Mangrove merupakan tanaman yang hidup di antara laut dan daratan yang dipengaruhi oleh pasang surut. Mangrove sering kali ditemukan di tempat pertemuan antara muara sungai dengan air laut. Tumbuhan mangrove dikelilingi oleh air garam atau air payau (Arief, 2003). Mangrove merupakan tumbuhan yang mampu bertahan hidup dari salinitas air laut terbuka.

Mangrove dapat tempat tumbuh di lingkungan yang cukup ekstrim yaitu membutuhkan air asin (salinitas tinggi), berlumpur dan selalu tergenang, yaitu daerah yang berada dalam jangkauan pasang surut seperti di daerah delta, muara sungai, atau sungai-sungai pasang berlumpur. adapun di pantai berpasir atau berbatu atau karang berpasir dan memiliki arus yang kuat pertumbuhan vegetasi mangrove tidak akan baik. Dengan demikian, dapat didefinisikan bahwa hutan mangrove adalah tipe hutan yang tumbuh di daerah pasang surut yang tergenang pasang dan bebas genangan pada saat surut yang komunitas tumbuhannya bertoleransi terhadap garam (Onrizal, 2008).

2.1.3 Fungsi Mangrove

Ekosistem mangrove merupakan ekosistem yang berada di daerah pesisir pantai. Mangrove memiliki berbagai fungsi yaitu fisik, ekologi, dan sosial ekologi (Indriyanto, 2006). Fungsi ekologis terutama sebagai habitat yang baik untuk daerah pemijahan (*spawning ground*), daerah asuhan (*nursery ground*), dan daerah mencari makan (*feeding ground*) berbagai macam organisme. Adapun secara ekonomis yaitu hasil hutan berupa kayu, madu, obat-obatan, minuman, bahan makanan, tanin, sumber bahan bakar dan lain-lain (arang dan kayu bakar). Selain itu, ekosistem mangrove juga berperan penting dalam produktivitas perairan melalui serasah yang dihasilkan merupakan sumber energi bagi biota yang hidup di perairan sekitarnya. biota yang paling banyak hidup di ekosistem mangrove adalah kelompok moluska (Suwondo *et al.*, 2006).

Ekosistem mangrove merupakan ekosistem yang memberikan kontribusi cukup besar terhadap ketersediaan detritus organik, yang berperan penting sebagai sumber energi biota yang hidup di perairan sekitarnya (Suwondo, 2006). Marsono *et al* (1994) menyatakan bahwa keberhasilan dalam kegiatan rehabilitasi mangrove dapat meningkatkan keanekaragaman dan populasi biota laut. Salah satu biota tersebut ialah biota yang termasuk dalam golongan invertebrata yang memiliki peranan penting dalam ekosistem mangrove dan menyediakan sumber makanan bagi manusia dan hewan-hewan lainnya yang memiliki tingkat trofik yang tinggi.

2.1.4 Faktor Pembatas Pertumbuhan Mangrove

A. Suhu

Suhu merupakan pembatas yang utama bagi mangrove karena dapat memberikan penjelasan yang korelatif terhadap penyebaran (Osland *et al.*, 2013). Kisaran suhu yang baik untuk pertumbuhan mangrove jenis *Avicennia* sp. adalah 18-20 °C, *Rhizophora* sp. adalah 26-28 °C, dan *Bruguiera* sp. adalah 27 °C (Sapiranto, 2007). Menurut Kordi (2012) dalam Siegers (2013), suhu yang baik untuk mangrove tidak kurang dari 20 °C dan kisaran suhu untuk musiman tidak melebihi dari 5 °C. Suhu dengan kisaran lebih dari 40 °C tidak dapat memengaruhi pertumbuhan dan kehidupan mangrove. Hal tersebut karena tumbuhan mangrove hidup di lingkungan yang selalu basah dan perubahan suhu yang terlalu ekstrim jarang terjadi (Siegers, 2013). Affressia *et al.*, (2017) menyatakan bahwa suhu perairan berkaitan erat dengan oksigen terlarut dalam ekosistem perairan. Suhu yang sesuai dengan habitat mangrove berkisar 20-35°C. Suhu yang terlalu rendah maupun terlalu tinggi akan menjadi faktor pembatas bagi vegetasi mangrove. Suhu dipengaruhi oleh jumlah sinar matahari yang masuk di kawasan tersebut, semakin sering dan lamanya sinar matahari masuk ke dalam kawasan mangrove maka semakin tinggi pula suhu di kawasan tersebut. Suhu yang optimal akan mendukung aktivitas biota perairan yang dapat mendukung ekosistem mangrove.

B. Salinitas

Salinitas merupakan faktor lingkungan yang sangat menentukan perkembangan, pertumbuhan, dan komposisi mangrove (Haryanto, 2013). Salinitas yang terdapat di kawasan mangrove sangat bervariasi yaitu kisaran 0,5-35 ppt, hal tersebut disebabkan adanya air laut yang masuk saat pasang dan air tawar dari sungai, terutama pada saat musim hujan (Setyawan *et al.*, 2002). Salinitas pada substrat memiliki pengaruh terhadap sebaran. Berbagai macam jenis tumbuhan mangrove mampu bertahan hidup pada salinitas tinggi, namun jenis *Avicennia* merupakan jenis yang mampu hidup bertoleransi terhadap kisaran salinitas yang sangat besar (Pramudji, 2017).

C. Derajat Keasaman (pH)

pH air dengan kisaran antara 6-8,5 sangat cocok untuk pertumbuhan mangrove (Wijayanti, 2007). Aktivitas mikroorganisme pengurai dalam proses dekomposisi serasah secara optimal dengan kada pH kisaran 6,0-8,0. pH dengan kisaran 6,0-7,0 merupakan pH yang netral dan pH asam berpengaruh dalam penghancuran bahan organik yang menjadi lambat (Wibowo, 2004). Rata-rata pH air pada sedimen mangrove dengan air laut berbeda. Tinggi dan rendahnya nilai pH terjadi akibat adanya pengaruh nitrifikasi pada perairan (Siegers, 2013).

D. Dissolve Oxygen (DO)

Tumbuhan mangrove memiliki nilai DO dengan kisaran 5,28-6,40 mg/L (Marpaung, 2013). Kandungan oksigen terlarut air interstisial pada sedimen mangrove lebih rendah dari pada air laut. Tinggi dan rendahnya kandungan oksigen terlarut terjadi akibat substrat tanah yang terdiri dari endapan lumpur halus berwarna hitam yang berasal dari pembusukan serasah mangrove ataupun dari sedimen lumpur yang berasal dari darat yang bercampur saat terjadinya pasang dan surut air laut (Siegers, 2013). Rendahnya kandungan oksigen terlarut pada hutan mangrove, terjadi akibat tingkat pengendapan sedimen lumpur yang cukup tinggi sehingga menyebabkan kekeruhan pada perairan, perbedaan suhu dan salinitas yang tinggi (Tis'in, 2008).

E. Tipe Sedimen Substrat

Karakteristik substrat merupakan faktor pembatas pertumbuhan mangrove. Mangrove jenis *Rhizophora* sp. dapat tumbuh dengan baik pada substrat yang dalam dan berlumpur, sedangkan jenis *Bruguiera* sp. lebih menyukai substrat yang berlumpur dengan sedikit campuran pasir (Putra *et al.*, 2015). Tanah yang ditumbuhi mangrove merupakan tanah yang bertekstur halus, memiliki kadar garam, dan alkalinitas tinggi. Tanah mangrove dapat dijadikan sebagai patokan untuk melihat potensi dan produktivitasnya (Nursin *et al.*, 2014).

2.2 Struktur Komunitas Makrozoobentos

Komunitas merupakan kumpulan populasi makhluk hidup di suatu habitat dan berinteraksi satu sama lain. Terdapat 2 jenis komunitas yaitu komunitas mayor dan minor. Komunitas mayor merupakan suatu komunitas yang tidak bergantung pada komunitas lainnya dan menjadikan komunitasnya berupa ekosistem yang mandiri di suatu habitat. Komunitas minor merupakan komunitas yang bergantung dengan komunitas lainnya. Komunitas merupakan konsep yang penting untuk makhluk hidup karena di alam berbagai spesies hidup bersama di dalam suatu lingkungan dan aturan. Komunitas mempunyai struktur dan pola tertentu (Heddy dan Kurniati, 1994).

Struktur komunitas dipengaruhi oleh faktor lingkungan yang terdiri dari faktor biotik dan abiotik. Faktor abiotik untuk organisme benthik dipengaruhi oleh faktor suhu, salinitas, kedalaman, jenis sedimen, dan materi organik. Faktor biotik meliputi flora dan fauna yang dijadikan sumber makanan oleh organisme benthik. (Sulawesty dan Badjori, 1999).

Struktur komunitas biota dipengaruhi oleh adanya perubahan faktor lingkungan, seperti suhu, salinitas, tipe substrat dan kandungan bahan organik di ekosistem mangrove. Faktor lingkungan dalam suatu ekosistem akan memengaruhi kepadatan, keanekaragaman, dan penyebaran fauna yang hidup di dalamnya yang berkaitan dengan struktur komunitas (Ayunda, 2011). Tekanan dan perubahan lingkungan juga dapat memengaruhi jumlah dan jenis. Jumlah jenis dalam suatu komunitas

sangat penting dari segi ekologis karena keanekaragaman jenis bertambah bila komunitas menjadi semakin stabil. Pertumbuhan komunitas yang terganggu akan menyebabkan penurunan yang nyata dalam keanekaragaman. (Wirakusumah, 2003).

Berdasarkan ukuran tubuhnya bentos dibedakan menjadi tiga kelompok yaitu makrobentos, mesobentos dan mikrobentos. Makrobentos merupakan organisme yang memiliki ukuran lebih dari 1,0 mm. Mesobentos merupakan organisme yang memiliki ukuran 0,1-1,0 mm. Mikrobentos merupakan organisme yang memiliki ukuran kurang dari 0,1 mm (Fachrul, 2008).

2.2.1 Makrozoobentos

Makrozoobentos merupakan hewan yang hidup pada dasar endapan di dasar perairan, baik di atas dan dasar sedimen perairan. Organisme ini memiliki peranan yang kompleks sebagai pemakan endapan, dekomposer, predator, dan parasit yang menjadikan zoobentos sebagai kunci dalam rantai energi (Sinaga, 2009). Beberapa organisme zoobentos hidup hanya menghabiskan fase awal atau tidak menjadi bentos ketika memasuki fase lanjut dalam hidupnya seperti polychaeta, echinodermata, dan moluska (Jati, 2003).

Makrozoobentos merupakan organisme yang hidup berasosiasi di salah satu ekosistem mangrove. makrozoobentos memegang peranan penting sebagai detritivora pada substrat mangrove sehingga komunitas makrozoobentos dapat dijadikan sebagai indikator keseimbangan ekosistem mangrove. Kondisi habitat vegetasi mangrove yang meliputi komposisi dan kerapatan jenisnya akan menentukan karakteristik fisika, kimia dan biologi perairan yang selanjutnya akan menentukan struktur komunitas organisme yang berasosiasi dengan mangrove (Nababan *et al.*, 2017). Makrozoobentos merupakan salah satu kelompok terpenting dalam ekosistem perairan sehubungan dengan peranannya sebagai biota kunci dalam jaring makanan, dan berfungsi sebagai degradator bahan organik (Pratiwi *et al.*, 2009). Makrozoobentos dibagi dalam beberapa filum antara lain :

1. Filum Moluska

Gastropoda merupakan bagian dari salah satu kelas moluska yang berasosiasi dengan ekosistem mangrove. Gastropoda secara ekologis memiliki peran komponen yang sangat penting dalam rantai makanan pada ekosistem mangrove. Beberapa jenis gastropoda merupakan hewan dasar pemakan detritus. Gastropoda hidup menempel pada bagian akar-akar mangrove (Syari, 2005). Gastropoda merupakan hewan bertubuh lunak yang memiliki cangkang di luar tubuhnya. Cangkangnya berfungsi sebagai tempat berlindung ketika terdapat bahaya (Harminto, 2003). Cangkang gastropoda terbuat dari bahan kalsium karbonat yang bagian luarnya dilapisi oleh periostrakum dan zat tanduk. Cangkang gastropoda berputar searah jarum jam dan ada juga yang berputar berlawanan dengan arah jarum jam. Arah putaran cangkang kebanyakan ke arah kanan (deksstral) umumnya mempunyai *operculum*. Tipe cangkang yang berputar ke arah kiri (sinistral) kebanyakan dijumpai pada jenis-jenis yang hidup di darat (Wulandari *et al.*, 2017). Gastropoda dapat ditemukan di daerah pasang surut atau yang sering disebut zona litoral. Salah satu faktor yang mempengaruhi kelimpaan gastropoda di zona pasang surut atau zona litoral ialah dari kondisi substrat. Substrat memiliki peran sebagai habitat, tempat mencari makan, berlindung dan bereproduksi (Widiansyah *et al.*, 2016).

Kelas bivalvia merupakan salah satu dari filum moluska yang bercangkang setangkup yang simetri bilateral dengan memfungsikan otot aduktor dan reduktornya. Pada bagian dorsal terdapat gigi engsel dan ligamen, mulut dilengkapi dengan *labial-palp*, tanpa rahang dan radula. Habitatnya adalah perairan laut, payau, danau, sungai, kolam, serta rawa (Astuti, 2009). Distribusi bivalvia pada ekosistem mangrove dipengaruhi oleh beberapa faktor, di antaranya bahan makanan seperti ketersediaan fitoplankton, zooplankton, zat organik tersuspensi, dan makhluk hidup lain di lingkungannya (Natsir dan Asyik 2019). Faktor fisik kimia juga merupakan salah satu yang dapat mempengaruhi keberadaan bivalvia. Kawasan mangrove yang dijadikan ekowisata, kawasan penambangan timah, dan aktivitas nelayan dapat memengaruhi kondisi mangrove dan Bivalvia (Putri *et al.*, 2021).

2. Filum Echinodermata

Filum Echinodermata terdapat lima kelas yaitu kelas Asteroidea (bintang laut), kelas Echinoidea (landak laut), kelas Ophiuroidea (bintang ular), kelas Crinoidea (lili laut), dan kelas Holothuroidea (timun laut). Seluruh hewan Echinodermata mempunyai bentuk bilateral simetris ketika larva dan radial simetris setelah dewasa. Mereka memiliki zat kapur di endoskeletonnya dan mempunyai sistem vascular, juga kemampuan regenerasi pada bagian tubuh yang hilang atau rusak (Schories and Kohlberg, 2016).

3. Filum Polychaeta

Polychaeta merupakan komponen dominan penyusun baik dari segi jumlah spesies dan individu yaitu sebanyak 60-80% dari populasi makrofauna bentik (Shou *et al.*, 2009). Permukaan substrat yang kaya akan kandungan C-organik menjadikan hutan mangrove sebagai habitat ideal untuk polychaeta (Quintana *et al.*, 2013). Distribusi dan kelimpahan Polychaeta sangat terkait dengan kandungan C-organik yang tersedia di daerah mangrove (Samidurai *et al.*, 2012). Polychaeta memiliki peran penting sebagai makanan pokok ikan dan udang. Polychaeta juga dapat digunakan sebagai indikator pencemaran air (Junardi dan Wardoyo, 2008). Secara ekologi polychaeta berperan dalam menjaga stabilitas sedimen dasar laut dan proses dekomposisi bahan organik pada ekosistem mangrove (Murugesan *et al.*, 2016).

4. Filum Arthropoda

Arthropoda berasal dari bahasa Latin, *arthros* = ruas atau sendi, *podos* = kaki. Terdapat rangka luar dari kitin yang fleksibel untuk memudahkan pergerakan bagian segmen tubuhnya (Rusyana, 2011). Arthropoda merupakan filum yang banyak dan mudah dijumpai di kawasan ekosistem mangrove, seperti: serangga, crustasea (lobster, kepiting, udang, udang karang), kaki seribu, kelabang, kepiting tapal kuda, araknida (laba-laba, kutu, dan tungau) dan laba-laba laut (Mertha dan Ilhamdi, 2015). Arthropoda dapat ditemukan di air laut, air tawar, darat, kanopi, daun, batang, akar, tanah, dan berterbangan di lingkungan mangrove. Pola hidupnya dalam berbagai bentuk, seperti: simbiosis, komensialis, parasit, dan hidup bebas.

2.2.2 Habitat Makrozoobentos

Bioakuatik merupakan suatu kelompok organisme yang hidupnya berada di perairan. Kelompok ini dapat bersifat bentik, perifitik atau berenang bebas. Biota perifitik biasanya hidup menempel pada permukaan benda seperti batu, kayu, tumbuhan, dan substrat lain yang berada di perairan tersebut, sedangkan biota bentik hidup pada dasar perairan. Biota bentik dan perifitik memiliki bentuk yang beragam, dari ukuran mikron hingga sampai sentimeter (Wardhana, 2006).

Makrozoobentos dibagi menjadi 2 kelompok yaitu epifauna dan infauna. Kata epifauna mendeskripsikan letak makrozoobentos epifauna yang di permukaan substrat atau yang berada di permukaan dasar perairan, sedangkan infauna hidup di dalam atau di antara partikel substrat tanah ataupun sedimen lain (Nybakken, 1994).

Benthos dapat dibagi menjadi berdasarkan pasang surut. *Benthos* yang hidup di daerah supra pasut, wilayah pasut dan sub pasut. Keadaan ekstrim yang ada di daerah pasang membuat bentos menghadapi keadaan kekeringan dan suhu udara panas karena daerah tersebut hanya beberapa yang tertutup air. Adapun pada daerah subpasut bentos lebih tertutupi oleh air (Dahuri, 2007).

2.2.3 Manfaat Makrozoobentos

Makrozoobentos memiliki sifat yang peka terhadap beberapa bahan pencemar, mobilitas yang rendah, mudah ditangkap dan memiliki kelangsungan hidup yang panjang. Hal tersebut membuat makrozoobentos memiliki peran dalam keseimbangan suatu ekosistem perairan dapat menjadi indikator kondisi ekologi terkini pada suatu kawasan tertentu (Pong-Masak dan Pirzan, 2006). Makrozoobentos memiliki peranan penting dalam siklus nutrisi di dasar perairan dan berperan sebagai mata rantai penghubung dalam aliran energi dan siklus alga planctonik sampai konsumen tingkatan tinggi. Makrozoobentos dapat dijadikan sebagai indikator kualitas perairan yang dapat menentukan suatu perairan memiliki kualitas yang baik atau tidak (Odum, 1993).

Komposisi dan struktur komunitas makrozoobentos dapat ditentukan oleh lingkungan. Makrozoobentos dapat digunakan untuk menentukan status suatu perairan. Menggunakan makrozoobentos sebagai pendugaan kualitas air dapat digunakan untuk kepentingan menentukan adanya pencemaran, baik dari limbah domestik, industri atau pertanian dan perikanan (Handayani *et al.*, 2001). Makrozoobentos yang hidup di ekosistem mangrove dapat mendukung untuk peranan dan kontribusi mangrove sebagai sumber nutrient alami bagi lingkungan tambak yang ada di sekitar ekosistemnya. Makrozoobentos di perairan dapat memecah serasah mangrove (dekomposisi), sehingga dapat memudahkan mikroba untuk menguraikan materi organik menjadi materi anorganik yang merupakan nutrisi bagi produsen di perairan (Muhammad *et al.*, 2017).

2.2.4 Faktor Pembatas Pertumbuhan Makrozoobentos

A. Suhu

Suhu merupakan faktor untuk menentukan proses metabolisme organisme perairan. Suhu yang berubah secara ekstrim dapat menyebabkan kematian organisme perairan. Organisme akuatik memiliki kisaran suhu untuk pertumbuhannya. Semakin tinggi kenaikan suhu air, maka semakin sedikit pula oksigen yang terkandung di dalamnya. Suhu yang berkisar $\pm 35^{\circ}\text{C}$ merupakan suhu yang berbahaya bagi makrozoobentos (Marpaung, 2013). Menurut Kepmen LH No. 51 Tahun 2004 suhu yang tepat untuk biota laut berkisar $28-32^{\circ}\text{C}$.

B. Salinitas

Kadar salinitas yang dapat mendukung kehidupan makrozoobentos sekitar 15-35 ppt (Hutabarat dan Evans, 1984). Kepadatan fauna makrozoobentos sangat dipengaruhi oleh konsentrasi salinitas, apabila kadar konsentrasi berkurang, maka kepadatan fauna makrozoobentos juga akan berkurang (Sasekumar, 1974).

C. Derajat Keasaman (pH)

Nilai pH merupakan indikator untuk menentukan baik atau buruk suatu perairan. Organisme laut memiliki cara yang berbeda dalam menoleransi pH perairan.

Rendahnya nilai pH di suatu perairan dapat menyebabkan terjadinya kematian bagi organisme perairan (Bai'un, 2021). Menurut Kepmen LH No. 51 Tahun 2004, nilai pH yang layak untuk kehidupan organisme laut yaitu berkisar 7,0-8,5. Nilai pH yang berubah dapat membuat ketidakseimbangan kadar CO₂ yang dapat membahayakan hidup biota laut (Rukminasari *et al.*, 2014). Nilai pH yang rendah di suatu kawasan dapat dipengaruhi oleh proses reduksi dan oksidasi yang terjadi pada sedimen yang dimana organisme pengurai melepaskan asam saat melakukan akumulasi dekomposisi bahan organik (Hamzah dan Setiawan, 2010).

D. Dissolve Oxygen (DO)

Do (*Dissolve oxygen*) merupakan salah satu kebutuhan dasar bagi kehidupan tanaman dan biota yang terdapat di dalam air. Oksigen terlarut menjadi variabel kimia yang memiliki peranan penting sebagai faktor pembatas bagi kehidupan biota perairan (Nybakken, 1994). Menurunnya kadar DO dalam suatu perairan dapat memberikan dampak negatif terhadap makrozoobentos. Hal tersebut dapat menyebabkan kematian pada spesies tertentu yang peka terhadap penurunan oksigen (Effendi, 2003). Kandungan oksigen terlarut dapat memengaruhi suatu perairan, dimana apabila kadar oksigen terlarutnya semakin tinggi, maka jumlah dan jenis makrozoobentos di perairan tersebut semakin besar (Setyobudiandi, 1997).

E. Tipe Sedimen Substrat

Secara umum, organisme perairan yang representatif untuk menduga adanya pencemaran perairan adalah bentos. Organisme ini hidup menetap dan tidak dapat menghindari dari kontak dengan bahan pencemar, sehingga apabila terjadi perubahan pada substrat tempat hidupnya maka dapat memengaruhi komposisi dan kelimpahannya (Udayana, 2014) dalam (Husna *et al.*, 2017). Indeks keanekaragaman makrozoobentos cenderung meningkat seiring dengan kelimpahan dan bertambahnya umur tanaman mangrove. Kelimpahan makrozoobentos dipengaruhi oleh keadaan substrat tanah yaitu tekstur, pH tanah, dan kandungan karbon yang merupakan dampak dari bertambah umurnya tanaman mangrove (Onrizal *et al.*, 2009). Asriani (2013) menyatakan bahwa tinggi kadar organik pada suatu

perairan dapat mengakibatkan kenaikan jumlah hewan bentos, karena bentos diketahui menyukai substrat yang kaya akan bahan organik. Alfaro (2006), menyatakan bahwa karakteristik substrat sangat penting bagi fauna makrozoobentos. Strategi makanan mereka sangat disesuaikan dengan jenis substrat mangrove, dimana sumber makanan utama mereka adalah detritus maupun alga.

2.2.5 Indeks Ekologi Makrozoobentos

Struktur komunitas berhubungan dengan indeks ekologi. Indeks ekologi dibagi menjadi 3, yaitu indeks keanekaragaman, indeks keseragaman, dan indeks dominansi.

A. Indeks Keanekaragaman (H')

Indeks keanekaragaman adalah ukuran integrasi komunitas biologi dengan menghitung jumlah populasi yang membentuk dengan jumlah kelimpahan relatif. Keanekaragaman makhluk hidup dapat terjadi akibat adanya perbedaan warna, ukuran, bentuk, jumlah, tekstur, dan penampilannya (Kristanto, 2002). Keanekaragaman spesies makrozoobentos dipengaruhi oleh stabilitas lingkungan perairan. Hal tersebut terjadi akibat beberapa spesies tertentu yang mudah beradaptasi dengan tekanan lingkungan yang berubah-ubah, sedangkan pada kondisi lingkungan yang stabil akan memiliki nilai indeks keanekaragaman yang tinggi (Russo, 2020).

B. Indeks Keseragaman (e)

Keseragaman merupakan komposisi individu dari spesies yang berada pada suatu komunitas. Indeks keseragaman merupakan indeks yang menyajikan suatu kondisi organisme dengan organisme lain yang seragam pada suatu komunitas. Indeks keseragaman memperlihatkan keseimbangan dalam pembagian jumlah individu tiap jenis pada suatu titik. Kecilnya nilai indeks keseragaman menandakan penyebaran jumlah individu pada tiap spesies tidak sama sehingga cenderung didominasi oleh spesies tertentu (Russo, 2020).

C. Indeks Dominansi (C)

Spesies yang mempunyai jumlah berlimpah disebut dominan dan digunakan sebagai ciri khas suatu komunitas. Apabila nilai indeks dominansi mengarah ke nol maka tidak ada spesies yang dominan. Dalam suatu komunitas, jenis-jenis yang dominan akan menimbulkan perubahan penting tidak hanya pada komunitas biotik, tetapi dalam lingkungan fisik (Russo, 2020).

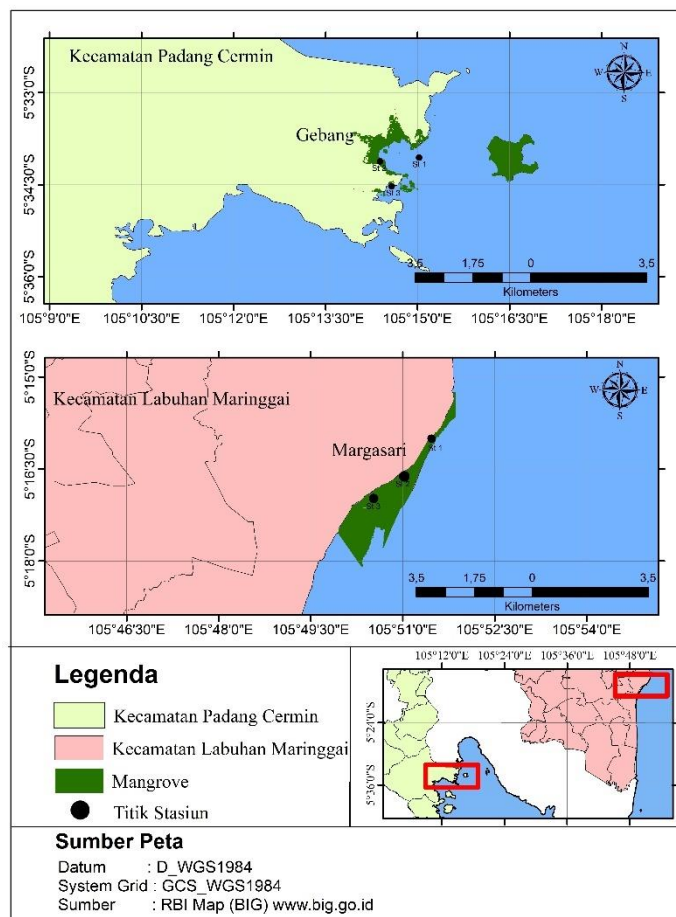
2.3 Principal Component Analysis (PCA)

Metode PCA merupakan metode analisis multivariat yang bertujuan untuk memperkecil dimensi variabel asal sehingga dapat diperoleh variabel baru (komponen baru) yang tidak saling berkorelasi tetapi menyimpan sebagian besar informasi yang terkandung pada variabel asal (Yordani *et al.*, 2011). Metode ini merupakan suatu teknik analisis untuk transformasi variabel-variabel asli yang masih saling berkorelasi satu dengan yang lain menjadi suatu variabel baru yang tidak berkorelasi. Hal ini dilakukan dengan cara menghilangkan korelasi di antara variabel bebas melalui transformasi variabel bebas asal ke variabel baru yang tidak berkorelasi sama sekali atau yang biasa disebut dengan *principal component*. Metode ini bertujuan untuk mereduksi dimensi data dengan cara membangkitkan variabel baru (komponen utama) yang merupakan kombinasi linear dari variabel asal sedemikian hingga varian komponen utama menjadi maksimum dan antar komponen utama bersifat saling bebas. Hasil analisis PCA terhadap matriks korelasi data parameter fisika kimia dapat menunjukkan adanya pengelompokan pada stasiun-stasiun pengamatan dengan karakter lingkungannya (Zulkifli dan Setiawan, 2012).

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanan pada bulan September-Oktober 2022 di kawasan ekosistem mangrove Margasari, Kabupaten Lampung Timur dan Petengoran, Kabupaten Pesawaran, Lampung. Identifikasi jenis makrozoobentos yang ditemukan dilakukan di Laboratorium Oseanografi. Peta lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Peta lokasi penelitian.

3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan selama pengambilan data lapang dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Alat-alat penelitian

No	Alat	Kegunaan	Spesifikasi
1	<i>GPS (global positioning system)</i>	Digunakan untuk menentukan titik koordinat pengambilan sampel.	Kompas
2	Kamera	Digunakan untuk keperluan dokumentasi saat penelitian.	<i>Iphone x</i>
3	<i>Roll meter</i>	Digunakan untuk mengukur jarak.	100 m
4	<i>Core sampler</i>	Digunakan untuk mengambil sampel biota yang terdapat di substrat.	Diameter 26,3 cm dan tinggi 40 cm
5	Saringan	Digunakan untuk menyaring biota.	Ukuran 1 mm
6	pH meter	Digunakan untuk mengukur derajat keasaman perairan.	pH 0-14
7	Termometer	Digunakan untuk mengukur suhu perairan.	Termometer <i>celcius</i> (-10 °C s/d 110 °C)
8	Refraktometer	Digunakan untuk mengukur konsentrasi salinitas perairan.	ATC 0-100 persen
9	DO meter	Digunakan untuk mengukur kadar oksigen terlarut.	-
10	<i>Oven</i>	Digunakan untuk mengeringkan sedimen.	-
11	<i>Shieve shaker</i>	Digunakan untuk menentukan besar butiran sedimen.	<i>Sieve analysis</i>
12	Timbangan digital	Digunakan untuk mengetahui bobot massa sedimen berdasarkan butiran sedimen.	<i>Superior mini digital platform scale</i>
13	Sekop	Digunakan untuk <i>Sampilng</i> sampel sedimen dan makro-zoobentos.	-
14	Plastik <i>zip</i>	Digunakan untuk menyimpan sampel sedimen dan makro-zoobentos.	-

Bahan yang digunakan dalam penelitian dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Bahan-bahan penelitian

No	Bahan	Kegunaan	Spesifikasi
1	Buku identifikasi makrozoobentos	Digunakan untuk mengidentifikasi makrozoobentos yang ditemukan.	Buku identifikasi spesies
2	Tali rafia	Digunakan untuk membuat transek.	-
3	Alat tulis	Digunakan untuk mencatat.	-
4	Transek	Digunakan untuk plot pengamatan.	10 x 10 m ²
5	Formalin 4%	Digunakan untuk mengawetkan sampel penelitian.	-

3.3 Prosedur Penelitian

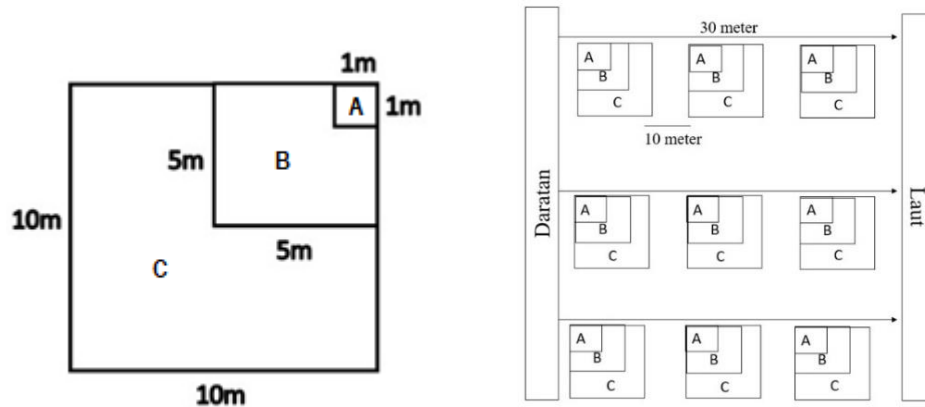
Prosedur penelitian meliputi tahap pengukuran, vegetasi mangrove, pengamatan dan pengambilan data makrozoobentos, pengambilan data kualitas air, dan sedimen di lokasi penelitian.

3.3.1 Sampling Mangrove

Sampling vegetasi mangrove dilakukan dengan cara sebagai berikut;

1. Pengukuran kerapatan vegetasi mangrove dilakukan dari tingkat pohon hingga tingkat anakan pada tiap stasiun dengan menarik transek garis (*line transect*) sepanjang 30 m, yang ditempatkan tegak lurus dari darat menuju ke arah laut.
2. Pada tiap stasiun pengamatan dipasang 3 buah transek garis dengan jarak antar transek 10 m.
3. Pengamatan kerapatan jenis mangrove dilakukan dengan metode petak kuadran dengan membuat petak pengamatan berukuran 10×10 m², dengan kategori pohon (diameter > 10 cm), kategori pancang dengan petak pengamatan berukuran 5x5 m² (tinggi ≥ 1,5 cm dan diameter ≤ 10 cm), dan kategori semai/anakan dengan petak pengamatan berukuran 1×1 m² (tinggi ≤ 1,5 cm) di dalam petak pengamatan 10×10 m² tersebut (SNI 7724, 2011).
4. Kemudian diidentifikasi dan dihitung jumlah individu setiap jenisnya.

Desain transek pada pengamatan Sampling mangrove dapat dilihat pada Gambar 3.



Keterangan: A: $1 \times 1 \text{ m}^2$, B: $5 \times 5 \text{ m}^2$, C: $10 \times 10 \text{ m}^2$ (SNI 7724.2011)

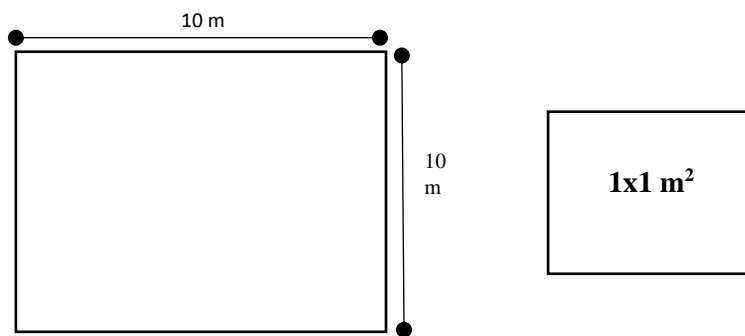
Gambar 3. Desain transek mangrove.

3.3.2 Sampling Makrozoobentos

Sampling makrozoobentos dilakukan dengan cara sebagai berikut;

1. Pengambilan data makrozoobentos dilakukan dengan membuat transek garis dan plot yang ditarik tegak lurus dari darat sampai ke arah laut.
2. Kemudian transek garis tersebut dibuat petak-petak contoh (plot) dengan ukuran $1 \times 1 \text{ m}^2$.
3. Pengambilan substrat menggunakan *core sampler* dan sekop dengan kedalaman 20 cm.
4. Setelah didapatkan substrat, substrat diayak menggunakan saringan untuk mendapatkan biota yang tertangkap.
5. Biota yang ditemukan lalu dimasukkan ke dalam plastik sampel dan diberi formalin 4%, kemudian diidentifikasi menggunakan buku identifikasi makrozoobentos.

Desain transek pada pengamatan sampling makrozoobentos dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Desain transek makrozoobentos.

3.3.3 Sampling Fisika-Kimia Perairan

Pengukuran suhu dilakukan di permukaan air pada setiap stasiun dengan cara mencelupkan termometer ke dalam air. Pengukuran salinitas dilakukan menggunakan prisma refraktometer. Pengukuran pH air dilakukan di permukaan air pada setiap stasiun pengamatan dengan cara mencelupkan pH meter ke dalam air. Pengukuran DO pada suatu perairan diukur menggunakan alat DO meter dengan cara mencelupkan alat tersebut ke dalam sample air laut yang telah diambil.

3.3.4 Sampling Sedimen

Sampel sedimen diambil menggunakan sekop pada setiap lokasi stasiun. Sampel sedimen yang telah diambil, selanjutnya dimasukkan ke dalam kantong plastik. Sampel sedimen dijemur hingga kering, lalu dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 150° C, kemudian sampel sedimen diayak menggunakan *shieve shaker* selama 15 menit untuk mengetahui ukuran butiran sedimen pada masing-masing stasiun penelitian. Setelah diayak sampel dipisahkan dari masing-masing ukuran ayakan hingga bersih lalu ditimbang. Ukuran dan jenis sedimen dapat dilakukan perhitungan menggunakan persamaan berat persen sedimen pada metode ayakan kering (Aisha *et al.*, 2021).

$$\text{berat \%} = \frac{\text{Berat hasil ayakan}}{\text{Berat awal}} \times 100\% \quad (1)$$

Klasifikasi ukuran sedimen berdasarkan skala *wentworth* menurut Aisha *et al.* (2021) dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Klasifikasi ukuran sedimen

Jenis partikel	Ukuran (mm)
Kerikil besar (<i>pebble</i>)	>256
Krikil kecil (<i>granule</i>)	2-256
Pasir sangat kasar (<i>very coarse sand</i>)	1 2
Pasir kasar (<i>coarse sand</i>)	0,5-1
Pasir agak kasar (<i>medium sand</i>)	0,25-0,5
Pasir halus (<i>fine sand</i>)	0,125-0,25
Pasir sangat halus (<i>very fine sand</i>)	0,0625-0,125
Lanau (<i>silt</i>)	0,0039-0,0625
Lempung (<i>clay</i>)	<0,0039

3.4 Analisis Data

Analisis data yang dilakukan adalah kerapatan vegetasi mangrove, kelimpahan makrozoobentos, indeks keanekaragaman, indeks keseragaman, indeks dominansi, indeks similiaritas dan metode *principal component analysis* (PCA) di lokasi penelitian dan dianalisis secara deskriptif.

3.4.1 Analisis Vegetasi Mangrove

Penentuan data vegetasi mangrove dapat ditentukan dengan menghitung nilai kerapatan jenis, frekuensi jenis, dan dominansi jenis. Persamaan ditentukan berdasarkan persamaan :

A. Kerapatan Jenis

Kerapatan jenis (D_i) merupakan jumlah tegakan jenis i (n_i) dalam satuan unit area yang diukur (A) (Tis'in, 2008).

$$D_i = N_i/A \quad (2)$$

Keterangan:

D_i : kerapatan jenis ke- i .

N_i : jumlah total tegakan dari jenis ke- i .

A : luas total area pengambilan sampel (luas plot).

B. Kerapatan Relatif Jenis

Kerapatan relatif jenis i (RD_i) merupakan perbandingan antara jumlah tegakan jenis i (n_i) dan jumlah tota tegakam seluruh jenis (Σn) (Tis'in, 2008).

$$RD_i = \left(\frac{n_i}{\Sigma n} \right) \times 100\% \quad (3)$$

Keterangan :

n_i : jumlah total tegakan dari suatu jenis.

Σn : jumlah tegakan seluruh jenis.

C. Frekuensi Jenis

Frekuensi jenis (F_i) merupakan jumlah petak contoh/plot dimana ditemukan suatu jenis (p_i) dalam semua petak contoh yang diamati (p) (Tis'in, 2008).

$$F_i = \frac{p_i}{\Sigma p} \quad (4)$$

Keterangan:

p_i : jumlah petak contoh (plot) dimana ditemukan jenis ke- i .

Σp : jumlah total petak contoh (plot) yang diamati.

D. Frekuensi Relatif

Frekuensi relatif jenis (FR_i) merupakan perbandingan antara frekuensi jenis i (F_i) dengan jumlah frekuensi untuk seluruh jenis (ΣF) (Tis'in, 2008).

$$RF_i = \frac{F_i}{\Sigma F} \times 100\% \quad (5)$$

Keterangan:

F_i : frekuensi jenis ke- i .

ΣF : jumlah frekuensi untuk seluruh jenis.

E. Dominansi Jenis Area

Dominansi jenis (C_i) merupakan luas bidang dasar jenis i (L_i) dalam suatu unit area (Tis'in, 2008).

$$C_i = \frac{L_i}{A} \quad (6)$$

Keterangan:

$$\sum L_i : \sum \frac{\pi DBH^2}{4},$$

DBH : diameter pohon jenis ke- i .

$$DBH : \frac{CBH}{\pi}$$

CBH : lingkaran pohon setinggi dada.

π : 3,14 (konstanta).

A : luas total area pengambilan contoh (luas total plot).

F. Dominansi Relatif Jenis

Dominansi relatif jenis (RC_i) perbandingan antara dominansi jenis i dan dominansi seluruh jenis (Tis'in, 2008).

$$RC_i = \frac{C_i}{\sum C} \times 100\% \quad (7)$$

Keterangan:

C_i : luas area penutupan jenis ke- i .

$\sum C$: luas total area penutupan untuk seluruh jenis.

3.4.2 Analisis Sampel Makrozoobentos

Analisis sampel yang digunakan untuk menghitung makrozoobentos adalah ke-
limpahan makrozoobentos, indeks keanekaragaman, indeks keseragaman, indeks
dominansi, dan indeks similiaritas.

A. Kelimpahan Makrozoobentos

Kelimpahan makrozoobentos menggunakan persamaan menurut Brower *et al.* (1990) sebagai berikut:

$$K = N_i/A \quad (8)$$

Keterangan:

K : kelimpahan individu spesies jenis ke-i.
 N_i : jumlah individu spesies ke-i yang diperoleh.
 A : luas total area pengambilan spesies (m^2).

B. Indeks Keanekaragaman (H')

Keanekaragaman merupakan sifat komunitas yang memperlihatkan tingkat dari keanekaragaman jenis organisme. Indeks keanekaragaman menurut Shannon-Wiener (H') tersebut sebagai berikut (Odum, 1993):

$$H' = - \sum_{i=1}^s (p_i) \ln(p_i) \quad (9)$$

$$p_i = \frac{n_i}{N}$$

Keterangan:

H' : keanekaragaman Shannon-Wiener.
 n_i : jumlah individu spesies ke-i.
 N : jumlah individu total.
 P_i : jumlah individu masing-masing jenis.

Kisaran kategori indeks keanekaragaman menurut Shannon-weiner (1949) *dalam* Sirait (2018) dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Kategori indeks keanekaragaman makrozoobentos

H'	Kategori
$<2,3026$	Rendah
$2,3026 < H' < 6,9078$	Sedang
$H' > 6,9078$	Tinggi

C. Indeks Keseragaman (e)

Indeks keseragaman dihitung menggunakan persamaan (Krebs, 1989) yaitu:

$$e = \frac{H'}{\ln S} \quad (10)$$

Keterangan:

H' : indeks keanekaragaman.

S : jumlah spesies.

e : indeks keseragaman.

Kategori indeks keseragaman menurut Brower *et al.*, (1990) dalam Fatimah *et al.*, (2020) dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Kategori indeks keseragaman makrozoobentos

e	Kategori
$0,00 < e < 0,4$	Keseragaman rendah
$0,5 < e < 0,6$	Keseragaman sedang
$e > 0,6$	Keseragaman tinggi

D. Indeks Dominansi (C)

Indeks dominansi dihitung menggunakan persamaan dominansi Simpson (Odum, 1993):

$$C = \sum \left[\frac{n_i}{N} \right]^2 \quad (11)$$

Keterangan:

C : dominansi suatu spesies.

N : jumlah keseluruhan individu.

n_i : jumlah individu dari spesies ke-i.

Kategori indeks dominansi menurut Odum (1993) dalam Fatimah *et al.*, (2020), dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Kategori indeks dominansi makrozoobentos

C	Kategori
$0 < C < 0,3$	Rendah
$0,3 < C < 0,6$	Sedang
$0,6 < C < 1$	Tinggi

E. Indeks Morisita

Pola sebaran jenis suatu organisme pada suatu habitat digunakan metode pola sebaran morisita berdasarkan Michel (1990)

$$I_d = N \frac{\sum x^2 - \sum X}{((\sum X)^2 - \sum X)} \quad (12)$$

Keterangan:

I_d : Indeks sebaran morisita.

N : Jumlah plot pengamatan.

X : Jumlah individu tiap sampel.

Adapun kategori indeks morisita ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Kategori indeks morisita makrozoobentos

Indeks Morisita (I_d)	Kategori
$I_d > 1$	Pola persebaran mengelompok
$I_d = 1$	Pola sebaran bersifat acak
$I_d < 1$	Pola sebaran seragam

F. Indeks Kesamaan Sorensen (IKS)

Indeks kesamaan komunitas antar stasiun dihitung dengan persamaan indeks similiaritas berdasarkan Suharyadi dan Mulyono (2016).

$$IKS = \frac{2c}{a+b} \times 100\% \quad (13)$$

Keterangan:

S : indeks kesamaan sorensens.

A : jenis spesies pada lokasi a.

b : jenis spesies pada lokaso b.

c : jenis spesies yang sama pada lokasi a dan b.

Kategori indeks similiaritas sorensen menurut Suharyadi dan Mulyono (2016), dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Kategori indeks similaritas sorensen

IS	Kategori
$< 50\%$	Komunitas relatif berbeda
$\geq 50\%$	Komunitas relatif mendekati sama

3.4.3 *Principal Component Analysis (PCA)*

Analisis data yang digunakan adalah metode *principal component analysis (PCA)*. Metode PCA digunakan untuk mengetahui hubungan antara kualitas perairan dengan vegetasi mangrove dan makrozoobentos. Metode PCA mengkaji hubungan antara variabel-variabel (korelasi antar variabel) dan pengelompokan individu berdasarkan variabel yang diuji. Analisis komponen utama merupakan prosedur pengurangan variabel, PCA merupakan kombinasi linier. Ukuran yang digunakan berupa suhu, salinitas, pH, *dissolve oxygen (DO)*, dan data kerapatan mangrove pada tiap masing-masing stasiun pengamatan.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat pada penelitian berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, antara lain:

1. Berdasarkan hasil penelitian pada lokasi Petengoran hanya ditemukan jenis mangrove *Rhizophora appiculata*. Sedangkan pada lokasi Margasari hanya ditemukan jenis mangrove *Avicennia marina*. Nilai kerapatan jenis mangrove di Petengoran lebih besar dibandingkan dengan Desa Margasari.
2. Komposisi makrozoobentos daerah Petengoran didominasi oleh genus *Chicoreus* sp. Pada stasiun 1, sedangkan Stasiun 2 dan 3 didominasi oleh *Telescopium* sp. Dari kelas Gastropoda. Daerah Margasari semua stasiun didominasi oleh genus *Cerithidea* sp. dari kelas Gastropoda.
3. Stasiun 1 Petengoran dan stasiun 2 Margasari dicirikan oleh kepadatan biota dan suhu yang cukup tinggi dan memiliki korelasi yang negatif. Stasiun 3 Margasari memiliki karakteristik Kerapatan Mangrove dan pH yang tinggi dan memiliki korelasi positif. Stasiun 2 Petengoran dan stasiun 1 Margasari memiliki karakteristik wilayah yang dicirikan dari Salinitas dan DO yang tinggi serta memiliki korelasi yang positif.

5.2 Saran

Pentingnya fungsi dan peranan dari ekosistem mangrove maka dari itu perlu adanya penguatan pemahaman semua pihak untuk terus menjaga keberlangsungan ekosistem mangrove di area Petengoran dan Margasari. Keberadaan hutan

mangrove di lokasi penelitian perlu mendapat perhatian khusus dari pemerintah pusat maupun daerah guna dilakukannya pengembangan, terutama pengembanan jenis bakau lainnya selain *Rhizophora apiculata* dan *Avicennia marina* karena dua jenis mangrove tersebut merupakan jenis dominan dari dua area penelitian.

Upaya-upaya pengelolaan konservasi ekosistem hutan mangrove secara terpadu dan mengadakan penyuluhan tentang pentingnya pelestarian mangrove di sekitar pesisir pantai, serta adanya penelitian lanjutan dalam skala yang lebih luas untuk mengetahui tingkat pertumbuhan pada hutan mangrove perlu dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Affressia, R., Poedjirahajoe, E., & Hasanbahri, S. (2017). Karakteristik habitat mangrove di sekitar pertambangan timah lepas pantai Kabupaten Bangka Selatan (characteristic of mangrove habitat around tin offshore mining in South Bangka Regency). *Jurnal Manusia Dan Lingkungan*, 24(3), 131.
- Aisha, N., Asmadin., dan Takwir, A. 2021. Karateristik sedimen berdasarkan pola arus di Perairan Teluk Kendari. *Jurnal Sapa Laut*, 6(2) : 159-166.
- Alfaro, A. C., 2006. Benthic macro-invertebrate community composition within a mangrove/seagrass estuary in northern New Zealand. *Estuarine. Coastal and Shelf Science*, 66(1): 97 – 110.
- Andi, A dan Hartoni. 2014. Potensi kesesuaian mangrove sebagai daerah ekowisata di pesisir muara sungai musi Kabupaten Banyuasin. *Maspari Journal*, 6(2). 9.
- Angelier, E. 2003. *Ecology of Streams and Rivers*. Science Publishers, Inc., Enfield and Plymouth.
- Arief. 2003. *Hutan Mangrove Fungsi dan Manfaatnya*. Kanisius. Yogyakarta. 47 hlm.
- Ashton, E.C., Macintosh, D.J., and Hogarth, P.J. 2003. A baseline study of the diversity and community ecology of crab and molluscan macrofauna in the Sematan mangrove forest, Sarawak, Malaysia. *Journal of Tropical Ecology*, 19(2) : 127–142.
- Asriani, W.O. dan Emiyarti, E. I. 2013. Studi kualitas lingkungan di sekitar pelabuhan bongkar muat nikel (ni) dan hubungannya dengan struktur komunitas makrozoobentos di Perairan Desa Motui Kabupaten Konawe Utara. *Jurnal Mina Laut Indonesia*, 3(12): 22 – 35.
- Astuti, E. 2009. *Struktur Komunitas Bivalvia di Pesisir Pantai Pulau Panjang dan Pulau Tarahan, Banten Serta Variasi Ukuran Cangkangnya*. [Skripsi]. IPB. Bogor. 25 hlm.
- Ayunda. 2011. *Struktur Komunitas Gastropoda pada Ekosistem Mangrove di Gugus Pulau Pari, Kepulauan Seribu*. [Skripsi]. Depok : Universitas Indonesia.

- Azis, N. 2012. Analisis ekonomi alternatif pengelolaan ekosistem mangrove Kecamatan Barru Kabupaten Barru. Bogor. *Jurnal Sosiologi Pedesaan*, 6(3) : 59-80.
- Bai'un, Nurul Hanifah. 2021. Keanekaragaman makrozoobentos sebagai indikator kondisi perairan di ekosistem mangrove Pulau Pari, Kepulauan Seribu. *JF-MR-Journal of Fisheries and Marine Research*, 5(2).
- Badan Standardisasi Nasional, 2011. SNI 7724. *Pengukuran dan Penghitungan Cadangan Karbon Pengukuran Lapangan untuk Penaksiran Cadangan Karbon Hutan (Ground Based Forest Carbon Accounting)*. BSN. Jakarta. 20 hlm.
- Bayudana, Bintang Chandra. Riyantini, Indah. Sunarto. Zallesa, Sheila. 2022. "Asosiasi dan Korelasi Makrozoobentos dengan Kondisi Ekosistem Mangrove di Pulau Pari, Kepulauan Seribu". *Buletin Oseanografi Marina* Oktober 2022 11(3): 271–281.
- Bengen, D.G. 2000. *Sinopsis Ekosistem dan Sumberdaya Alam Pesisir*. PSDPL. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 62 hlm.
- Candri, D. A., Junaedah, B., Ahyadi, H., & Zamroni, Y. (2019). Keanekaragaman moluska pada ekosistem mangrove Di Pulau Lombok. *BioWallacea*, 4(2), 88–93.
- Candri, D. A., Sani, L. H., Ahyadi, H., & Farista, B. 2020. Struktur komunitas moluska di kawasan mangrove alami dan rehabilitasi pesisir selatan Pulau Lombok. *Jurnal Biologi Tropis*, 20(1), 139
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Kanisius. Yogyakarta. 257 hlm.
- English, S., C. Wilkinson dan V. Baker. 1994. *Survey manual for tropical marine resources*. Australian Institute of Marine Science. Townsville: Australia.
- Ernanto, R., Agustriani, F., & Aryawati, R. 2010. Struktur komunitas gastropoda pada ekosistem mangrove di Muara Sungai Batang Ogan Komering Ilir Sumatera Selatan. *Maspari Journal*, 01, 73–78.
- Fachrul. 2008. *Metode Sampilng Bioekologi*. PT Bumi Aksara. Jakarta. 198 hlm.
- Fatimah, H., Nuraini, R.A.T., dan Santoso, A. 2020. Struktur komunitas echinodermata di Padang Lamun Karimun Jawa, Jepara Jawa Tengah. *Journal of Marine Research*, 9(3) : 311–316.
- Fratini, S., S. Cannicci, L.M. Bincha, M. Vannini. 2000. Feeding, temporal and spatial preferences of *Metopograpsus thukuhar* (Decapoda; Grapsidae): An opportunistic mangrove dweller. *Crustacean Biology*. 20(2): 326 – 333.
- Hadinata, F. W., Khayani, D. N., Tria, H., Pao, P. H., dan Zurba, N. 2020. Pengembangan ekowisata mangrove berbasis konservasi di Pesisir Kabupaten Kubu Raya, Kalimantan Barat. *Journal of Aceh Aquatic Science*, 4(1) : 25–33.

- Hadiputra, M. A. dan Damayanti, A. 2013. Kajian potensi makrozoobentos sebagai bioindikator pencemaran logam berat tembaga (Cu) di Kawasan Ekosistem Mangrove Wonorejo Pantai Timur Surabaya. Dalam: *Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi XVIII*. 27 Juli 2013. Surabaya, Indonesia. D-14-1 – D-14-8.
- Halidah. 2014. *Avicennia marina* (Forssk.) Vierh jenis mangrove yang kaya manfaat. *Info Teknis Eboni*. 11 (1) : 37-44.
- Hamzah, F. dan Setiawan, A. 2010. Akumulasi logam berat Pb, Cu, dan Zn Di Hutan Mangrove Muara Angke, Jakarta Utara. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*, 2(2) : 41–52.
- Handayani, S.T., Suharto, B., dan Marsoedi. 2001. Penentuan status kualitas perairan sungai brantas hulu dengan biomonitoring makrozoobentos: tinjauan dari pencemaran bahan organik. *Jurnal Biosain*, 1(1) : 30–38.
- Harminto. 2003. *Taksonomi Avertrebata*. Universitas terbuka. Jakarta. 50 hlm.
- Haryanto, A. 2013. *Efektifitas Rehabilitasi Mangrove di Pulau Pramuka, Kepulauan Seribu*. [Tesis]. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 99 hlm.
- Hasanah WA. 2010. *Spesies Gastropoda dan Bivalvia di Muara Sungai Langkumbe Desa Kasulatombi Kecamatan Kalisusu Barat Kabupaten Buton Utara*. [Skripsi]. Kendari :Universitas Halu Oleo.
- Heddy, Suwasono., Metty Kurniati, 1994, *Prinsip-Prinsip Dasar Ekologi*. Jakarta: Rajawali Press.
- Husna, J.A., Octavina, C., dan Purnawan, S. 2017. Kelimpahan foraminifera benthik pada sedimen di perairan Pantai Lamreh, Aceh Besar. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah*, 2(1): 66-73.
- Hutabarat dan Evans., 1984. *Pengantar oseanografi*. UI Press. Jakarta. 159 hlm.
- I. Gede, M. dan Muhammad, L. I. 2015. Potensi vegetasi dan arthropoda di Kawasan Mangrove Gili Sulat Lombok Timur. *Jurnal Biologi Tropis*, 15(2) : 183-196.
- Indrian, A.R., Qurniati, R., dan Herwanti, S. 2014. Nilai ekonomi total hutan mangrove Desa Margasari Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur. *Jurnal Sylva Lestari*, 2(3): 19.
- Indriyanto. 2006. *Ekologi Hutan*. Bumi Aksara. Jakarta. 210 hlm.
- Irwan, Z.D. 2003. *Prinsip-prinsip Ekologi dan Organisasi Ekosistem Komunitas Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan*. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 21 hlm.
- Jati, W.N. 2003. Studi komparasi keanekaragaman bentos di Waduk Sempor, Waduk Kedungombo dan Waduk Gajah Mangkur Jawa Tengah. *Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Biologi*, 10(2): 129-131.

- Junardi, J. and Wardoyo, E. R. P. 2008. Community structure and substrate characteristic of marine worm (polychaete) in mangrove coastal water Peniti, West Kalimantan. *Journal Biodiversitas of Biological Diversity*, 9(3) : 213-216.
- Kementerian Lingkungan Hidup. 2004. *Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup nomor 51 tahun 2004 tentang Kriteria Baku Mutu untuk Biota Air Laut*. KLH. Jakarta.
- Kordi, H.G.M. 2012. *Ekosistem Mangrove: Potensi, Fungsi dan Pengelolaan*. PT. Rineka Cipt. Jakarta. 256 hlm.
- Krebs, C. J. 1989. *Ecological Methodology*. Harper & Row Inc. New York. USA. 654 hlm.
- Kristanto, P. 2002. *Ekologi Industri*. Andi, Yogyakarta. 352 hlm.
- Kusumadewi, I., Pribadi, R., Program, W., Kelautan, S. I., Kelautan, J. I., Perikanan, F., & Kelautan, I. (2013). Biologi krustasea di tracking mangrove kawasan terusan Pulau Kemujan Kepulauan Karimunjawa. *Journal Of Marine Research*, 2(4), 94–103.
- Marpaung, A. A. F. 2013. *Keanekaragaman Makrozoobentos di Ekosistem Mangrove Silvofishery dan Mangrove Alami Kawasan Ekowisata Pantai Beo Kecamatan Galesong, Kabupaten Takalar*. [Skripsi]. UNHAS. Makasar. 62 hlm.
- Marsono, D., Rahayu, E.P., dan Udiono. 1994. *Peran Rehabilitasi Mangrove Terhadap Keanekaragaman Biota (Studi Kasus Di Pantai Pemalang)*. Prosiding Seminar V Ekosistem Mangrove. Jember. 3-6 Agustus 1994.
- Muhammad, F., Izzati, M., dan Mukid, A. 2017. Makrozobethos sebagai indikator tingkat kesuburan tambak di Pantai Utara Jawa Tengah. *Jurnal BIOMA*, 19(1): 38-46.
- Mulyadi, E., dan Fitriani, N., 2010. Konservasi hutan mangrove sebagai ekowisata. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 2(1):11-18.
- Murugesan, P., Pravinkumar, M., Muthuvelu, S., Ravichandran, S., Vijayalakshmi, S., and Balasubramanian, T. 2016. Benthic biodiversity in natural vis-à-vis artificially developed mangroves of south east coast of India. *Indian Journal of Geo-Marine Sciences*, 45(8) : 1049-1058.
- Nababan, M.S., Efriyeldi dan Nasution. S. 2017. Struktur komunitas makrozoobenthos pada hutan mangrove di Desa Mengkapan, Kecamatan Sungai Apit, Provinsi Riau. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 22(2) : 24-33.
- Natsir, N.A. dan Asyik, N.A.A.F. 2019. *Analisis frekuensi dan keragaman bivalvia di Perairan Pantai Pulau Ay Kecamatan Banda Kabupaten Maluku Tengah*, Prosiding. Seminar Nasional Kelautan dan Perikanan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Unpatti, Ambon, 249-258.
- Nontji, A. 2005. *Laut Nusantara*. Djambatan. Jakarta. 327 hlm.

- Noor, Y.R., M. Khazali dan I N. N. Suryadiputra. 2012. *Panduan Pengenalan Mangrove di Indonesia*. Wetland International, Bogor. 220 hlm.
- Nursin, A., Wardah dan Yusran. 2014. Sifat kimia tanah pada berbagai zonasi hutan mangrove di Desa Tumpapa Kecamatan Balinggi Kabupaten Parigi Moutong. *Jurnal Warta Rimba*, 2(1) : 17-23.
- Nybakken, J.W. 1994. *Biologi Laut Suatu Pendekatan Ekologis*. (E.H. Muhammad, Ed.). PT. Gramedia Pustaka. Jakarta. 459 hlm.
- Odum, E. P. 1993. *Dasar-Dasar Ekologi*. Gramedia. Jakarta. 697 hlm.
- Onrizal. 2008. *Panduan Pengenalan dan Analisis Vegetasi Hutan Mangrove Terhadap Pertumbuhan Lamun *Enhalus Acoroides* di Pulau Pari Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu*. PT Pradnya paramita, Jakarta. 136 hlm.
- Onrizal, Simamarta, F.S.P., dan Wahyuningsih, H. 2009. Keanekaragaman makrozoobentos pada hutan mangrove yang direhabilitasi di Pantai Timur Sumatera Utara. *Jurnal Biodeversitas*, 11(2) : 94-103.
- Osland, M.J., Enwright, N., Day, R. H., and Doyle, T. W. 2013. *Winter climate change and coastal wetland foundation species: Salt marshes vs mangrove forests in the Southeastern United States*. *Journal Global Change Biology*, 19(5) : 1482-1494.
- Parmadi, E. H., Dewiyanti, I. dan Karina, S, 2016. Indeks nilai penting vegetasi mangrove di kawasan Kuala Idi, Kabupaten Aceh Timur. *Jurnal Ilmiah Kelautan dan Perikanan Unsyiah*. 1(1) : 82-95.
- Penha-Lopes G, Torres P, Cannicci S, Narciso L, and Paula J. 2011. Monitoring anthropogenic sewage pollution on mangrove creeks in Southern Mozambique: a test of *Palaemon concinnus* Dana, 1852 (Palaemonidae) as abiological indicator. *Environmental Pollution*, 159(2): 636 – 645.
- Peleau, G., Koneri, R., dan Rosita, R. 2018. Kelimpahan dan keanekaragaman makrozoobentos di Sungai Air Terjun Tunan, Talawaan, Minahasa Utara, Sulawesi Utara. *Jurnal Ilmiah Sains*. 18(2) ; 97-102.
- Pong-Masak, P.R dan Pirzan, A.M. 2006. Komunitas makrozoobentos pada Kawasan budidaya tambak di Pesisir Malakosa Parigi-Moutong, Sulawesi Tengah. *Jurnal Biodiversitas*, 7(4) : 354-360.
- Poutiers JM. 1998. The living marine resources of the Western Central Pacific. *FAO Species Identification Guide for Fishery Purpose*. 1(4) : 363-648.
- Pratiwi, Rianta. 2009. Komposisi keberadaan krustasea di mangrove delta Mahakam Kalimantan Timur. *Makara Journal of Science*, 13(1): 13.
- Putra, A, G. Bakri, S., Kurniawan, B. 2015. Peranan ekosistem hutan mangrove pada imunitas terhadap malaria: studi di Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur. *Jurnal Sylva Lestari*. 3(2) : 67-78.

- Putri, N., Afriyansyah, B., dan Marwoto, R.M. 2021. Kepadatan bivalvia di kawasan mangrove Sungai Perpat dan Sungai Bunting Belinyu, Bangka. *Jurnal Kelautan Tropis*, 24(1) : 123–132.
- Pramudji. 2017. Ekosistem hutan mangrove dan peranannya. *Oseana*, XXVI (4) : 13–23.
- Quintaa, C.O., Kristensen, E., and Valdemarsen, T. 2013. Impact of the invasive polychaete *Marenzelleria viridis* on the biogeochemistry of sandy marine sediments. *Journal Biogeochemistry*, 115(1-3) : 95-109.
- Raymond, G., Harahap, N dan Soenarno. 2010. Pengelolaan hutan mangrove berbasis masyarakat Di Kecamatan Gending, Probolinggo. *Agritek*. 18(2): 185-200.
- Ridwan, M., Fathoni, R., Fatihah, I., & Pangestu, D. A. 2016. Struktur komunitas makrozoobentos di Empat Muara Sungai Cagar Alam Pulau Dua, Serang, Banten. *AlKauniyah Jurnal Biologi*, 9(1), 57-65.
- Rofi'i, I., Poedjirahajoe, E., dan Marsono, D. 2022. Keanekaragaman dan pola sebaran jenis mangrove Di Sptn Wilayah I Bekol, Taman Nasional Baluran. *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*, 14(3), 210–222.
- Rukminasari, N., Nadiarti, N., dan Awaluddin, K. 2014. Pengaruh derajat keasaman (pH) air laut terhadap konsentrasi kalsium dan laju pertumbuhan *Halimeda* sp. *Jurnal Administrasi Dan Kebijakan Kesehatan Indonesia*, 24(1).
- Rusyana A. 2011. *Zoologi Invertebrata*. Penerbit Afabeta. Alfabeta. Bandung. 282 hlm.
- Russo, A. E. 2020. *Hubungan Struktur Komunitas Dan Indeks Ekologi Makrozoobentos Sebagai Bioindikator Kualitas Air Dengan Parameter Fisika Kimia Di Sungai Candi, Sidoarjo*. [Skripsi].
- Salim, Gazali. Rachmawani, Dori. Agustianisa, Rahmah. 2019. Hubungan kepadatan mangrove dengan kelimpahan gastropoda di Kawasan Konservasi Mangrove dan Bekantan (KKMB) Kota Tarakan". *Jurnal Harpodon Borneo*. 12 (1).
- Shou, L., Huang, Y., Zeng, J., Gao, A., Liao, Y., & Chen, Q. 2009. Seasonal changes of macrobenthos distribution and diversity in Zhoushan sea area. *Aquatic Ecosystem Health & Management*, 12(1), 110–115.
- Samidurai, K., Saravanakumar, A., & Kathiresan, K. 2012. Spatial and temporal distribution of macrobenthos in different mangrove ecosystems of Tamil Nadu Coast, India. *Environmental monitoring and assessment*, 184(7), 4079–4096.
- Santoso, N. 2000. *Pola Pengawasan Ekosistem Mangrove*. Makalah disampaikan pada Lokakarya Nasional Pengembangan Sistem Pengawasan Ekosistem Laut Tahun 2000. Jakarta, Indonesia.

- Sasekumar, A. 1974. Distribution of macrofauna on a Malayan Mangrove Shore. *Journal of Animal Ecology*, 43(1) : 51–69.
- Saptarini, D., Indah, T., dan Mardian, A. H. 2010. Struktur komunitas gastropoda (moluska) hutan mangrove Sendang Biru Malang Selatan, *J. Bio.* 1, 1-16.
- Schowalter, T.D., 1996. *Insect Ecology an Ecosystem Approach*. Academic Press, New York.
- Septiani, B. Y. A. 2015. Keanekaragaman jenis makrozoobentos sebagai penentu kualitas Air Sungai Mruwe Yogyakarta. *Jurnal Teknobiologi*. 6 : 1-11.
- Setyawan, A. D., Susilowati, A., Sutarno. 2002. *Biodiversitas Genetik, Spesies dan Ekosistem Mangrove di Jawa*. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Setyobudiandi, I. 1997. *Makrozoobentos*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Siegers, W. H. 2013. *Kondisi Ekologi Makrobentos Pada Ekosistem Mangrove Dan Laut Desa Hanura , Kecamatan Padang Cermin , Propinsi Lampung Pernyataan Mengenai Tesis Dan Sumber Informasi Serta Pelimpahan Hak Cipta **.
- Sirait, M., Rahmatia, F., dan Pattulloh, P. 2018. Komparasi indeks keanekaragaman dan indeks dominansi fitoplankton di Sungai Ciliwung Jakarta (*Comparison Of Diversity Index And Dominant Index of Phytoplankton At Ciliwung River Jakarta*). *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*, 11(1) : 75.
- Sobari, M. P., Adrianto, L., dan Azis, N. 2006. Analisis Ekonomi Alternatif Pengelolaan Ekosistem Mangrove Kecamatan Barru, Kabupaten Barru. *Buletin Ekonomi Perikanan*, 6(3) : 59–80.
- Susiana. 2011. *Diversitas Dan Kerapatan Mangrove, Gastropoda Dan Bivalvia Di Estuari Perancak, Bali*. [Skripsi]. Universitas Hasanuddin, Makassar. 115 hlm.
- Sudraja, Y. 1987. *Komposisi Kelimpahan Dan Penyebaran Mangrove Dari Hulu Ke Hilir Berdasarkan Gradien Kedalaman Di Situ Lentik, Dermaga. Kab Bogor*. Karya Ilmiah. Fakultas Perikanan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Sulawesty, F. dan M. Badjori. 1999. Struktur komunitas makrobenthos di perairan Situ Cibuntu. *Laporan Triwulan I tahun 1999-2000*. Puslitbang Biologi LIPI, Bogor: 91- 96.
- Suwondo, E. Febriata dan Sumanti. F. 2006. Struktur komunitas gastropoda pada ekosistem mangrove di Pulau Sipora. Kabupaten Kepulauan Mentawai, Sumatra Barat. *Jurnal Biogenesis*, 2(1): 25-29.
- Syari, A. I. 2005. *Asosiasi Gastropoda di Ekosistem Padang Lamun Perairan Pulau Lepar Provinsi Kepulauan Bangka Belitung*. [Skripsi]. Bogor: IPB Press.

- Syahrial. 2019. Studi komparatif morfologi mangrove rhizophora apiculata pada kawasan industri perminyakan dan kawasan non industri Provinsi Riau. *Maspari Journal*. 11(1) : 31-40.
- Syahrial, S., Larasati, C. E., Saleky, D., dan Isma, M. F. 2020. Komunitas fauna makrozoobentos di kawasan reboisasi mangrove Kepulauan Seribu: faktor lingkungan, distribusi, ekologi komunitas, pola sebaran dan hubungannya. *Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal*, 7(2): 87.
- Tis'in, M. 2008. Tipologi *Mangrove dan Keterkaitannya dengan Populasi Gastropoda Littorina neritoides (Linne, 1758) Di Kepulauan Tanakeke, Kabupaten Takalar, Sulawesi Selatan*. [Tesis]. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 81 hlm.
- Udayana, D. 2014. Benthos sebagai indikator biologi untuk menentukan tingkat pencemaran perairan. *Jurnal Ilmu Perikanan Tropis*, 19(2): 43-50.
- Ulum, M. M., Widianingsih, & Hartati, R. 2012. Komposisi dan Kelimpahan Makrozoobenthos Krustasea di Kawasan vegetasi mangrove Kel. Tugurejo, Kec. Tugu. Semarang. *Journal Of Marine Research*, 1(2), 243–251.
- Wardhana, W. 2006. *Metoda Prakiraan Dampak dan Pengelolaannya pada Komponen Biota Akuatik*. Makalah Pelatihan Penyusunan Analisis Mengenai Dampak Lingkungan. PPSML UI. Jakarta. 20 hlm.
- Wibowo, E.K. 2004. Beberapa aspek bio-fisik-kimia tanah di daerah mangrove Desa Pasar Banggi Kabupaten Rembang. *Jurnal Ilmu Kelautan*, 14(2): 76-83.
- Widiansyah, A.T., Indriwati, S.E., dan Arief, M. 2016. Inventarisasi jenis dan potensi mollusca di zona pasang surut tipe substrat berbatu Pantai Gatra Kabupaten Malang. Seminar Nasional Pendidikan dan Saintek. *Jurnal Biosains*, 6(3) : 447-451.
- Wirakusumah, S. (2003). *Dasar-Dasar Ekologi Menopang Pengetahuan Ilmu Ilmu Lingkungan*. Jakarta: UI Press.
- Wulandari, E.T., Ramadhan, A., dan Masrianih. 2017. Keanekaragaman jenis gastropoda di pantai Tumbu desa Tumbu kecamatan Topoyo Kabupaten Mamuju Tengah dan pengembangannya sebagai media pembelajaran. *Elektronik Jurnal Ilmiah Pendidikan Biologi*, 5(2): 30-40.
- Yordani, R., Suwanda dan I.G.N. Mindra Jaya. 2011. Analisis komponen utama data tidak lengkap dengan metode *variational bayesian principal component analysis* (VBPCA). Universitas Padjajaran, Bandung, *Journal of Statistical Application dan Stistical Computing*, 8(1): 51-69.
- Zulkifli, H. dan Setiawan, D. 2012. Struktur komunitas makrozoobentos di Perairan Sungai Musi Kawasan Pulokerto sebagai instrumen biomonitoring. *Jurnal Natur Indonesia*, 14(1): 95-99.