

**STRUKTUR KOMUNITAS GASTROPODA DAN BIVALVIA PADA
EKOSISTEM MANGROVE DI KECAMATAN LABUHAN MARINGGAI,
KABUPATEN LAMPUNG TIMUR**

(Skripsi)

Oleh

**EMIR ALLAK HADHRAMI
1914221031**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

ABSTRACT

THE COMMUNITY STRUCTURE OF GASTROPODS AND BIVALVES IN MANGROVE ECOSYSTEMS IN LABUHAN MARINGGAI SUB-DISTRICT, EAST LAMPUNG DISTRICT

By

Emir Allak Hadhrami

Gastropods and bivalves are the most common types of molluscs found living in mangrove ecosystems. Molluscs are one of the organisms that have an important role in ecological fungi in mangrove ecosystems. The study aimed to analyze the structure of gastropod and bivalve communities, analyzed water and sediment quality, and analyzed habitat characteristics and relationships between observation parameters at each research station. The research was located at the mangrove forest area of Labuhan Maringgai District. The structure of gastropod and bivalve communities was analyzed using the Shannon-Wiener index method which included data on abundance index, diversity index, uniformity index, and dominance index. Analysis of the relationship between water quality and mangrove vegetation and biota using the principal component analysis (PCA) method. The location of Margasari and Sriminosari villages is dominated by *Avicennia marina* mangrove species. There were 13 species from 6 families of gastropod class and 2 species from 2 families of bivalve class are found. The quality of the waters obtained had quite good results for the life of gastropods and bivalves. Each research station had its own habitat characteristics. The abundance of gastropods and bivalves had a positive relationship with several parameters such as dissolved oxygen (DO), mangrove density, and salinity. The abundance of gastropods and bivalves had a negative relationship with pH and temperature.

Keywords: Mangrove, community structure, gastropods, bivalves.

ABSTRAK

STRUKTUR KOMUNITAS GASTROPODA DAN BIVALVIA PADA EKOSISTEM MANGROVE DI KECAMATAN LABUHAN MARINGGAI, KABUPATEN LAMPUNG TIMUR

Oleh

Emir Allak Hadhrami

Gastropoda dan bivalvia merupakan jenis moluska yang paling banyak ditemukan hidup pada ekosistem mangrove. Moluska adalah salah satu organisme yang mempunyai peran penting dalam fungsi ekologis pada ekosistem mangrove. Penelitian bertujuan untuk menganalisis struktur komunitas gastropoda dan bivalvia, menganalisis kualitas perairan dan sedimen, serta menganalisis karakteristik habitat dan hubungan antar parameter pengamatan pada setiap stasiun penelitian. Penelitian berlokasi di kawasan hutan mangrove Kecamatan Labuhan Maringgai. Struktur komunitas gastropoda dan bivalvia dianalisis menggunakan metode indeks Shannon-Wiener yang meliputi data indeks kelimpahan, indeks keanekaragaman, indeks keseragaman, dan indeks dominansi. Analisis hubungan antara kualitas perairan dengan vegetasi mangrove dan biota dengan menggunakan metode *principal component analysis* (PCA). Lokasi Desa Margasari dan Sriminosari didominasi oleh jenis mangrove *Avicennia marina*. Terdapat 13 spesies dari 6 famili kelas gastropoda dan ditemukan 2 spesies dari 2 famili dari kelas bivalvia. Kualitas perairan yang diperoleh memiliki hasil yang cukup baik untuk kehidupan gastropoda dan bivalvia. Setiap stasiun penelitian memiliki karakteristik habitatnya masing-masing. Kelimpahan gastropoda dan bivalvia memiliki hubungan positif dengan beberapa parameter seperti oksigen terlarut (DO), kerapatan mangrove, dan salinitas, sedangkan kelimpahan gastropoda dan bivalvia memiliki hubungan negatif dengan pH dan suhu.

Kata Kunci: Mangrove, struktur komunitas, gastropoda, bivalvia,

**STRUKTUR KOMUNITAS GASTROPODA DAN BIVALVIA PADA
EKOSISTEM MANGROVE DI KECAMATAN LABUHAN MARINGGAI,
KABUPATEN LAMPUNG TIMUR**

Oleh

EMIR ALLAK HADHRAMI

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar

SARJANA SAINS

Pada

**Program Studi Ilmu Kelautan
Jurusan Perikanan dan Kelautan
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : **STRUKTUR KOMUNITAS GASTRO-
PODA DAN BIVALVIA PADA EKOSIS-
TEM MANGROVE DI KECAMATAN
LABUHAN MARINGGAI KABUPATEN
LAMPUNG TIMUR**

Nama : **Emir Alak Hadhrami**

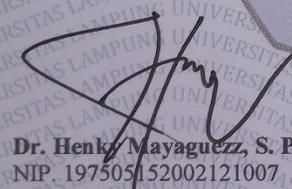
NPM : **1914221031**

Jurusan/Program Studi : **Perikanan dan Kelautan/Ilm Kelautan**

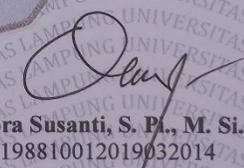
Fakultas : **Pertanian**

Menyetujui,

1. **Komisi Pembimbing**

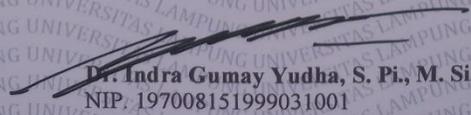


Dr. Henky Mayaguezz, S. Pi., M. T.
NIP. 197505152002121007



Oktor Susanti, S. Pi., M. Si.
NIP. 198810012019032014

2. **Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan
Universitas Lampung**



Dr. Indra Gumay Yudha, S. Pi., M. Si.
NIP. 197008151999031001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

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

Sekretaris : Oktora Susanti, S.Pi., M.Si.

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

2. Dekan Fakultas Pertanian



Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.
NIP. 196411181989021002

Tanggal lulus ujian skripsi: 30 Maret 2024

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Emir Allak Hadhrami

NPM : 1914221031

Judul Skripsi : Struktur Komunitas Gastropoda dan Bivalvia pada Ekosistem Mangrove di Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur

Menyatakan bahwa skripsi yang saya tulis merupakan hasil karya saya sendiri berdasarkan pengetahuan, pengalaman, dan data yang saya peroleh dari hasil penelitian yang sudah saya lakukan. Selain itu, semua yang tertulis di dalam skripsi sudah sesuai sesuai dengan panduan penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Demikian pernyataan ini saya buat, apabila di kemudian hari terbukti terdapat kecurangan atau salinan yang berasal dari karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkannya.

Bandarlampung, Juni 2024



Emir Allak Hadhrami

RIWAYAT HIDUP



Penulis memiliki nama lengkap Emir Allak Hadhrami. Penulis dilahirkan di Jakarta, pada tanggal 10 Maret 2001. Penulis merupakan anak ketiga dari empat bersaudara dari pasangan Bapak Pepeng Filman dan Ibu Tety Sulastri. Penulis menempuh pendidikan formal di SD Negeri Padurenan 6 pada tahun 2007-2013, SMP Islam Terpadu Albinaa Pebayuran pada tahun 2013-2016, dan SMA Islam Terpadu Albinaa Pebayuran pada tahun 2016-2019. Penulis melanjutkan pendidikan strata-1 di perguruan tinggi sebagai mahasiswa Program Studi Ilmu Kelautan, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur SBMPTN pada tahun 2019.

Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif di organisasi Himpunan Mahasiswa Perikanan dan Kelautan (Himapik), Universitas Lampung sebagai anggota selama periode periode 2020-2021 dan 2021-2022. Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Kecamatan Mustikajaya, Kota Bekasi, Provinsi Jawa Barat pada Januari-Februari 2022. Penulis mengikuti kegiatan Praktik Umum (PU) di Balai Taman Nasional Kepulauan Seribu Jakarta pada Juni – Agustus 2022.

PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmanirrahim

Segala puji dan syukur kepada Allah SWT atas rahmat dan nikmat yang diberikan-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan lancar sampai selesai.

Kupersembahkan karya ini kepada:

Dua orang hebat dalam hidup saya yaitu, Bapak Pepep Filman dan Ibu Tety Sulastri.

Terima kasih atas segala kasih sayang, perjuangan, doa, dukungan dan motivasi kepada penulis. Keduanyalah yang membuat segalanya menjadi mungkin sehingga saya bisa sampai pada tahap ini. Penulis selamanya bersyukur dengan keberadaan kalian sebagai orang tuaku. Semoga ini menjadi langkah awal untuk membuat kalian bahagia, serta perjuangan kalian menjadi amal jariah untuk surga Allah SWT.

Saudara tercinta, Dhiya Syifa Karina, Maula Adli Muhammad, dan Caika Adibah Humairah, serta para keponakan penulis yang selalu membuat penulis termotivasi dan bersemangat dalam menyelesaikan kuliah.

Bapak dan ibu dosen yang telah memberikan ilmu dengan tulus dan ikhlas, serta teman-teman seperjuangan Program Studi Ilmu Kelautan 2019

Serta,

Almamaterku tercinta, Universitas Lampung

MOTO

“Maka nikmat Tuhanmu yang manakah yang kamu dustakan?”

(Q.S Ar-Rahman, 55 : 13)

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya.”

(Q.S Al-Baqarah, 2 : 286)

“Sabar itu ilmu tingkat tinggi. Belajarnya setiap hari, latihannya setiap hari, ujiannya sering mendadak, sekolahnya seumur hidup. Namun, hadiahnya kebahagiaan.”

(Aa Gym)

"Hidup adalah perjalanan, dan kita harus melaluinya dengan penuh semangat."

(Gon Freecs)

“Jangan habiskan waktumu memukuli dinding dan berharap bisa mengubahnya menjadi pintu.”

(Coco Canel)

“Maybe not today, maybe not tomorrow, and maybe not the next month but only one thing is true, i will be champion one day.”

(Brandon Moreno)

SANWACANA

Puji syukur ke hadirat Allah Azza wa Jalla, atas segala rahmat serta nikmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Struktur Komunitas Gastropoda dan Bivalvia pada Ekosistem Mangrove di Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur”. 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. Allah SWT yang selalu memberikan rahmat dan karunia-Nya, sehingga segala rangkaian kegiatan penelitian dan penyusunan skripsi dapat terlaksana dengan baik;
2. Orang tua yang selalu memberikan semangat, doa, dan dukungan kepada penulis dalam melaksanakan kegiatan penelitian dan penyusunan skripsi;
3. Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P., selaku Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Lampung;
4. Dr. Indra Gumay Yudha, S.Pi.,M.Si., selaku Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan, Universitas Lampung;
5. Dr. Henky Mayaguezz, S.Pi.,M.T., selaku Ketua Program Studi Ilmu Kelautan, Universitas Lampung, dan selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bantuan, arahan, dan bimbingan dari awal sampai akhir dalam penyusunan skripsi;

6. Oktorita Susanti, S.Pi.,M.Si., selaku Pembimbing II yang telah memberi arahan dan bimbingan dalam proses penyusunan skripsi;
7. Eko Efendi, S.T., M. Si., selaku Dosen Penguji yang telah memberi arahan dan masukan selama pengerjaan skripsi;
8. Ebed Manuel Marpaung, Yulia Farantika, Farhan Fatur, Galih Raka Siwi, Glentyo Handika, Minda Ramayanti, La Ode Muhammad Zhavero, Agung Saputra, Aubrey Hanan Kanaya yang telah memberikan bantuan dalam pengambilan data di lapangan;
9. Bapak Dedi yang telah memberikan bantuan berupa penginapan selama proses pengambilan data berlangsung;
10. Teman-teman seperjuangan Perikanan dan Kelautan Angkatan 2019, khususnya teman-teman di Program Studi Ilmu Kelautan 2019 yang tidak dapat disebutkan satu per satu atas kebersamaannya, bantuan, dan dukungan selama menuntut ilmu bersama.

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.

Bandarlampung, Juni 2024

Emir Allak Hadhrami

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	i
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR LAMPIRAN	v
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Tujuan Penelitian.....	3
1.3. Manfaat Penelitian.....	3
1.4. Kerangka Pikir.....	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Struktur Komunitas.....	6
2.2. Ekosistem Mangrove	7
2.3. Gastropoda.....	9
2.3.1. Morfologi	10
2.3.2. Faktor Lingkungan Hidup Gastropoda	12
2.3.3. Gastropoda di Mangrove.....	13
2.4. Bivalvia.....	19
2.4.1. Morfologi Bivalvia.....	20
2.4.2. Faktor yang Memengaruhi Bivalvia	21
2.4.2. Habitat Bivalvia	23
III. METODE PENELITIAN	25

3.1. Waktu dan Tempat.....	25
3.2. Alat dan Bahan	26
3.3. Prosedur Penelitian.....	27
3.3.1. Sampling Mangrove.....	28
3.3.2. Pengambilan Sampel Gastropoda dan Bivalvia.....	28
3.3.3. Sampling Kualitas Air dan Sedimen.....	29
3.4. Analisis Data.....	32
3.4.1. Analisis Vegetasi Mangrove	32
3.4.2. Analisis Sampel Gastropoda dan Bivalvia.....	35
3.4.3. Principal Component Analysis (PCA).....	38
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	39
4.1. Struktur Vegetasi Mangrove	39
4.2. Struktur Komunitas Gastropoda dan Bivalvia.....	43
4.2.1. Komposisi Gastropoda dan Bivalvia	43
4.2.2. Indeks Ekologi Gastropoda dan Bivalvia	47
4.3. Pola Sebaran Gastropoda dan Bivalvia	51
4.4. Kualitas Perairan	52
4.4.1. Suhu	53
4.4.2. Salinitas.....	53
4.4.3. Derajat Keasaman (pH)	54
4.4.4. Dissolve Oxygen (DO)	54
4.4.5. Ukuran Hasil Partikel Sedimen.....	55
4.5. Analisa Hubungan antara Parameter Lingkungan dengan Struktur Komunitas	56
V. KESIMPULAN DAN SARAN	59
5.1. Kesimpulan.....	59
5.2. Saran	60
DAFTAR PUSTAKA	62
LAMPIRAN.....	70

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Alat-alat penelitian.....	26
2. Bahan-bahan penelitian	27
3. Klasifikasi ukuran sedimen.....	31
4. Kategori indeks keanekaragaman	36
5. Kategori indeks keseragaman	36
6. Kategori indeks dominansi	37
7. Kategori indeks morisita.....	38
8. Analisis vegetasi mangrove tingkat pohon	40
9. Analisis vegetasi mangrove tingkat pancang.....	40
10. Jumlah individu gastropoda dan bivalvia pada lokasi pengamatan	43
11. Kelimpahan gastropoda dan bivalvia pada lokasi pengamatan.....	46
12. Pola sebaran gastropoda dan bivalvia	51
13. Parameter kualitas perairan	52

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka pikir	5
2. Morfologi gastropoda	10
3. <i>Cerithidea cingulata</i>	14
4. <i>Telescopium telescopium</i>	15
5. <i>Terebralia sulcata</i>	16
6. <i>Terebralia palustris</i>	17
7. <i>Littorina scabra</i>	18
8. <i>Nerita undata</i>	19
9. Morfologi bivalvia	20
10. Lokasi penelitian	25
11. Desain transek mangrove	28
12. Desain transek gastropoda dan bivalvia	29
13. <i>Sieve shaker</i>	31
14. Indeks keanekaragaman gastropoda dan bivalvia	48
15. Indeks keseragaman gastropoda dan bivalvia	49
16. Indeks dominansi gastropoda dan bivalvia	50
17. Hubungan struktur komunitas gastropoda dan bivalvia dengan mangrove dan kualitas perairan	57

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Hasil analisis data gastropoda dan bivalvia di ekosistem mangrove	71
2. Data output analisis <i>principal component analysis</i> (PCA)	72
3. Dokumentasi kegiatan	74

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Hutan mangrove merupakan ekosistem hutan peralihan antara daratan dan lautan yang diketahui memiliki banyak manfaat. Menurut Direktorat Pendayagunaan Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil, luas hutan mangrove Indonesia adalah 3.490.000 ha atau 21% dari luas hutan mangrove dunia 16.530.000 ha. Provinsi Lampung memiliki luas hutan mangrove sekitar 9.054,9 ha yang terdiri dari kelas kerapatan lebat seluas 8.520 ha, kelas kerapatan sedang 358,6 ha, dan kelas kerapatan jarang seluas 176,3 (Damsir *et al.*, 2023).

Salah satu kabupaten yang memiliki kawasan mangrove yang cukup luas adalah Kabupaten Lampung Timur. Pada Kecamatan Labuhan Maringgai, kawasan mangrove terdapat di Desa Margasari dan Sriminosari. Hutan mangrove di Desa Margasari memiliki luas hutan mangrove ± 700 ha yang berada di Pantai Timur Lampung (Lembaga Penelitian Unila, 2010). Terdapat dua jenis mangrove di kawasan hutan mangrove Desa Margasari, yaitu *Rhizophora* sp. dan *Avicennia* sp. Hutan mangrove Desa Margasari sedang mengalami pertumbuhan sekunder, yaitu dengan meluasnya areal hutan mangrove hasil upaya revitalisasi mangrove yang dimulai sejak tahun 1995 (Lembaga Penelitian Unila, 2010). Menurut Putra *et al.* (2015) pada tahun 2014 luas hutan mangrove Desa Margasari sudah mencapai 817,59 ha.

Hutan mangrove di Desa Sriminosari memiliki dua jenis tanaman mangrove yaitu *Rhizophora* sp. dan *Avicennia* sp dengan didominasi oleh *Avicennia* sp. Hutan mangrove di Desa Sriminosari memiliki luas mencapai 220 ha dengan menggunakan analisis *Google Earth* pencitraan dan visualisasi satelit 2020 (Sari, 2021).

Ekosistem mangrove merupakan bagian yang penting dan menarik dari keseluruhan ekosistem, karena memiliki berbagai fungsi baik secara fisik, ekologis maupun sosial ekonomi. 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. Selain itu, ekosistem mangrove juga berperan penting dalam produktivitas perairan melalui serasah yang dihasilkan, yang merupakan sumber energi bagi biota yang hidup di perairan sekitarnya. Hal tersebut menjadikan kawasan mangrove memiliki organisme yang beragam. Biota yang paling banyak dijumpai di ekosistem mangrove adalah kelompok moluska (Suwondo *et al.*, 2005).

Kerapatan mangrove dapat mempengaruhi biota di dalamnya. Semakin rapat mangrove maka jumlah kepadatan juga semakin tinggi karena tersedianya suplai makanan yang cukup terutama yang berasal dari serasah mangrove. Tis'in (2008) mengatakan bahwa kerapatan mangrove memiliki hubungan yang signifikan terhadap kepadatan gastropoda yang dicirikan oleh kandungan nitrat, fosfat, dan produktivitas serasah yang tinggi serta proporsi pasir halus dan lumpur yang tinggi.

Keunikan dan kondisi kualitas perairan kawasan mangrove Kecamatan Labuhan Maringgai akan memengaruhi kondisi fauna yang berasosiasi di dalamnya. Salah satu jenis fauna yang hidup pada ekosistem mangrove yaitu filum moluska. Moluska merupakan hewan lunak yang mempunyai cangkang dan banyak ditemukan di ekosistem mangrove yang hidup di permukaan substrat maupun di dalam substrat dan menempel pada pohon mangrove (Hartoni & Andi, 2013).

Kelas gastropoda dan bivalvia merupakan jenis moluska yang paling banyak ditemukan hidup pada ekosistem mangrove. Gastropoda dan bivalvia adalah salah satu

organisme yang mempunyai peranan penting dalam fungsi ekologis pada ekosistem mangrove. Gastropoda dan bivalvia dapat dijadikan sebagai bioindikator pada ekosistem perairan (Macintosh *et al.*, 2002). Gastropoda dan bivalvia memiliki kemampuan beradaptasi yang cukup tinggi pada berbagai habitat, dapat mengakumulasi logam berat tanpa mengalami kematian dan berperan sebagai indikator lingkungan (Cappenberg *et al.*, 2006).

Berdasarkan pemaparan di atas, maka perlu dilakukan penelitian mengenai struktur komunitas gastropoda dan bivalvia dengan melibatkan hubungan antara kerapatan mangrove dan kualitas perairan terhadap kelimpahan gastropoda dan bivalvia di ekosistem mangrove di Kecamatan Labuhan Maringgai.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menganalisis struktur komunitas gastropoda dan bivalvia yang terdapat pada ekosistem mangrove di Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur.
2. Menganalisis kualitas perairan dan sedimen yang terdapat pada ekosistem mangrove di Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur.
3. Menganalisis karakteristik habitat dan hubungan antar parameter pengamatan pada setiap stasiun penelitian.

1.3 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

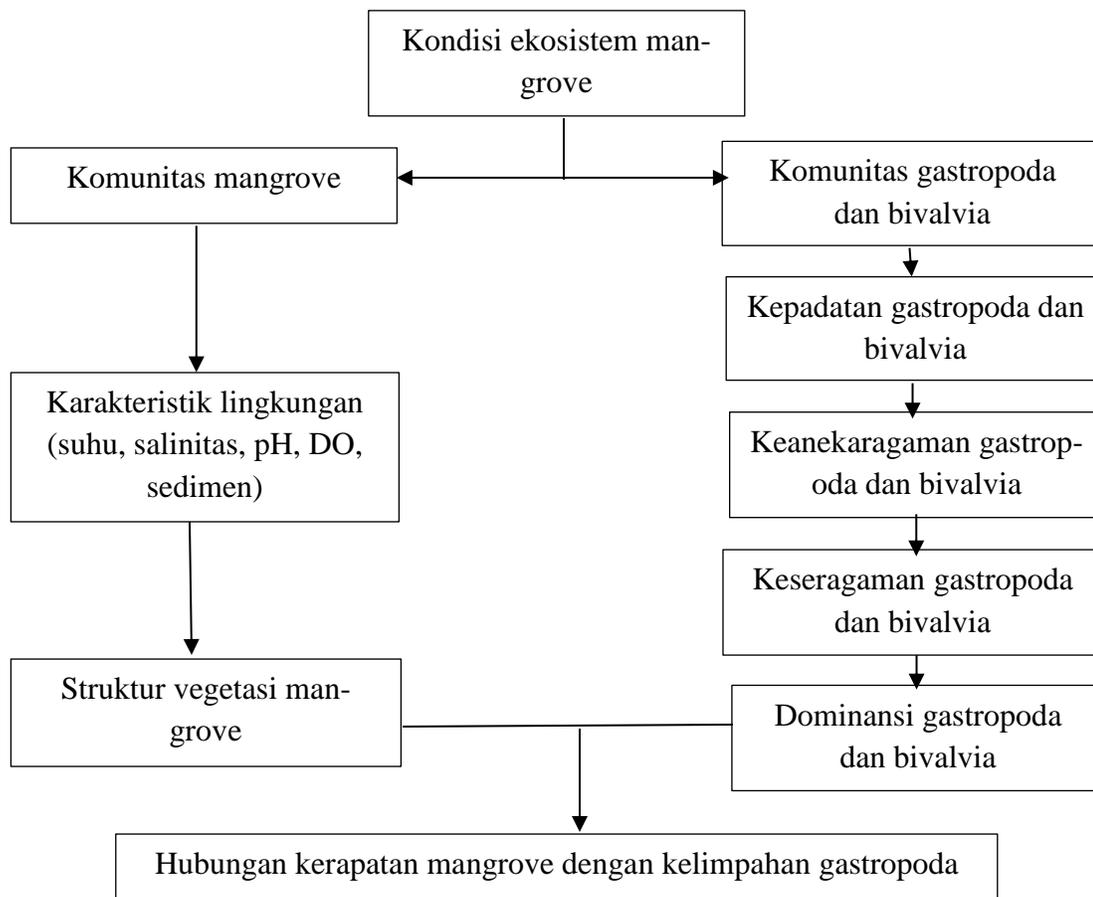
1. Tersedianya data yang memadai tentang struktur komunitas gastropoda dan bivalvia yang terdapat di Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur.

2. Data yang didapatkan dari penelitian ini dapat dijadikan bahan dalam merumuskan kebijakan yang terkait langkah-langkah untuk memajukan masyarakat di Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur.

1.4 Kerangka Pikir

Ekosistem mangrove terdiri dari beragam organisme yang juga saling berinteraksi satu sama lainnya. Kepadatan gastropoda dan bivalvia pada ekosistem mangrove sangat dipengaruhi oleh kegiatan yang terdapat pada ekosistem mangrove dimana hal tersebut dapat memberikan efek terhadap kelangsungan hidup gastropoda dan bivalvia karena gastropoda dan bivalvia cenderung menetap dengan pergerakan yang terbatas. Adanya bermacam aktifitas di ekosistem mangrove dapat merubah kondisi lingkungan tempat hidup gastropoda dan bivalvia. Berdasarkan permasalahan tersebut perlu dilakukan suatu kajian untuk mempelajari kerapatan mangrove dan struktur komunitas gastropoda dan bivalvia pada ekosistem mangrove.

Penelitian dilaksanakan di ekosistem mangrove Desa Sriminosari dan Desa Margasari, Kecamatan Labuhan Maringgai, Kabupaten Lampung Timur. Penelitian tentang keterkaitan antara struktur komunitas gastropoda dan bivalvia, kondisi ekosistem mangrove, dan kualitas perairan serta sedimen perlu dilakukan untuk memberikan informasi terkait hubungan antara struktur komunitas gastropoda dan bivalvia dengan kerapatan mangrove serta kualitas perairan dan sedimen. Untuk mengetahui hubungan tiap variabel yang diamati, dilakukan dengan menggunakan metode PCA (*principal component analysis*). Hasil analisis yang diperoleh diharapkan dapat digunakan untuk mengambil kebijakan dalam proses pengelolaan ekosistem mangrove berkelanjutan di Desa Sriminosari dan Desa Margasari. Adapun kerangka pikir dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka pikir

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Struktur Komunitas

Komunitas merupakan kumpulan populasi yang terdiri dari berbagai spesies yang menempati suatu daerah tertentu. Komunitas diklasifikasikan dengan melihat bentuk atau sifat struktur utamanya seperti spesies yang dominan, bentuk atau indikator hidup, habitat fisik dari komunitas dan sifat maupun tanda-tanda fungsional (Odum, 1993). Komunitas dan komponen penyusunnya adalah sebuah organisasi kehidupan yang masing-masing memiliki dinamika sendiri disebut struktur komunitas. Struktur komunitas adalah suatu konsep yang mempelajari susunan atau komposisi spesies dan kelimpahan dalam suatu komunitas. Komunitas mempunyai struktur dan pola tertentu terhadap keanekaragaman, pemerataan, dan dominansi dengan ciri yang unik pada suatu komunitas. Analisis mengenai kelimpahan, keanekaragaman, pemerataan, dan dominansi dari suatu komunitas, serta keseimbangan jumlah tiap spesiesnya (Husamah *et al.*, 2016).

Keanekaragaman, pemerataan, dan dominansi merupakan ciri pada suatu komunitas. Analisis mengenai keanekaragaman, pemerataan, dan dominansi dari suatu komunitas dapat digunakan untuk memperlihatkan kekayaan spesies suatu komunitas, serta keseimbangan jumlah setiap spesiesnya (Soedharma, 1994). Nilai indeks keanekaragaman bergantung pada banyaknya jumlah spesies dan pemerataan jumlah individu tiap spesies yang didapatkan. Pemerataan menggambarkan distribusi dari setiap spesies merata atau tidak. Menurut Brower & Zar (1998), suatu komunitas dikatakan memiliki keanekaragaman jenis tinggi apabila komunitas tersebut disusun oleh spesies yang banyak dan jumlah individu per spesiesnya merata. Dominansi

digunakan untuk mengetahui ada atau tidaknya spesies yang mendominasi pada suatu habitat. Nilai indeks dominansi berkisar antara 0-1, dengan nilai yang mendekati 0 menunjukkan bahwa tidak ada spesies yang mendominasi dan umumnya diikuti dengan indeks pemerataan yang tinggi. Jika nilai indeks dominansi mendekati 1, maka ada spesies yang mendominasi dan umumnya indeks kemerataannya rendah. Dominasi yang tinggi mengarah pada komunitas yang lebih dan kondisi habitat yang ter tekan (Magurran, 1988).

Indeks penyebaran (dispersi) digunakan untuk mengetahui pola sebaran jenis dalam komunitas pada suatu habitat yang berkaitan dengan perilaku hidup. Indeks disperse yang lebih dari 1, yaitu pola sebaran jenis bersifat mengelompok menunjukkan bahwa jenis-jenis tersebut membutuhkan habitat yang khas sehingga jenis-jenis tersebut akan mengelompok di daerah tertentu yang sesuai untuk tumbuh dan berkembang. Indeks disperse sama dengan 1, yaitu pola sebaran bersifat acak menunjukkan bahwa jenis-jenis tersebut tidak membutuhkan habitat yang khas sehingga dapat hidup hampir di semua lokasi (Zar, 1974).

Struktur komunitas sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan, yang terdiri dari faktor biotik dan abiotik. Adapun faktor abiotik untuk organisme benthik dipengaruhi oleh kedalaman, suhu, salinitas, jenis sedimen, dan materi organik, sedangkan faktor biotik antara lain flora dan fauna yang dijadikan sebagai sumber makanan bagi organisme benthik (Sulawesty & Badjori, 1999).

2.2 Ekosistem Mangrove

Ekosistem mangrove adalah tipe ekosistem yang terdapat di sepanjang pantai atau muara sungai yang dipengaruhi oleh pasang surut air laut. Mangrove tumbuh di sepanjang pantai yang terlindung atau pantai yang datar. Hutan mangrove biasanya berada di sepanjang sisi pulau yang terlindung dari angin atau di belakang terumbu karang di lepas pantai. Ekosistem mangrove merupakan ekosistem peralihan antara laut, dan sudah sejak lama diketahui mempunyai peranan penting dalam kehidupan

(Abdullah,1984). Hutan mangrove memiliki banyak manfaat, baik itu dari segi ekonomis, penyedia kayu bakar, obat-obatan, dan juga sebagai mata pencarian karena banyaknya biota-biota laut yang hidup dan berkembang di hutan mangrove tersebut. Adapun dari segi ekologis mangrove memiliki fungsi sebagai penahan intrusi air laut dan menghambat limbah yang ada (Tarigan, 2008).

Tumbuhan mangrove bersifat unik karena merupakan gabungan dari ciri-ciri tumbuhan yang hidup di darat dan di laut. Umumnya mangrove mempunyai sistem perakaran yang menonjol yang disebut akar nafas (*pneumatofor*). Sistem perakaran ini merupakan suatu cara adaptasi terhadap keadaan tanah yang miskin oksigen atau bahkan *anaerob*. Dalam dua dekade ini keberadaan ekosistem mangrove mengalami penurunan kualitas secara drastis. Saat ini mangrove yang tersisa hanyalah berupa komunitas-komunitas mangrove di sekitar muara-muara sungai dengan ketebalan 10-100 meter, didominasi oleh *Avicennia marina*, *Rhizophora mucronata*, dan *Sonneratia caseolaris* yang semuanya memiliki manfaat berbeda-beda. Misalkan pohon *Avicennia* sp. memiliki kemampuan dalam mengakumulasi (menyerap dan menyimpan di dalam organ daun, akar, dan batang) logam berat pencemar, sehingga keberadaan mangrove dapat berperan untuk menyaring dan mereduksi tingkat pencemaran di perairan laut, dan manfaat ekonomis seperti hasil kayu serta bermanfaat sebagai pelindung bagi lingkungan ekosistem daratan dan lautan (Wijayanti, 2007).

Ekosistem mangrove disusun oleh faktor biotik dan abiotik. Faktor biotik ekosistem mangrove adalah faktor hidup yang meliputi semua makhluk hidup di hutan mangrove. Tumbuhan berperan sebagai produsen, hewan berperan sebagai konsumen, dan mikroorganisme berperan sebagai dekomposer. Di dalam ekosistem mangrove terdapat flora yang berkedudukan sebagai produsen utamanya yaitu pohon mangrove. Formasi ekosistem mangrove terdiri dari empat genus utama, yaitu *Avicennia*, *Sonneratia*, *Rhizophora*, dan *Bruguiera*. Pada perbatasan ekosistem mangrove dengan rawa air tawar tumbuh *Nypa fruticans* (Suhardjono & Rugayah, 2007).

Komunitas fauna hutan mangrove membentuk percampuran antara 2 (dua) kelompok, yaitu kelompok fauna daratan/terestrial (insekta, ular, dan burung) dan kelompok fauna perairan/akuatik, yaitu fauna yang hidup di kolom air, seperti berbagai jenis ikan dan udang; serta yang menempati substrat, seperti kepiting, kerang, keong, dan berbagai jenis invertebrata lainnya. Bakteri dan fungi berperan dalam menguraikan sebagian serasah mangrove menjadi zat hara (nutrien) terlarut yang dapat dimanfaatkan langsung oleh fitoplankton, alga, ataupun tumbuhan mangrove dalam proses fotosintesis.

Faktor abiotik adalah faktor tidak hidup yang meliputi substrat, derajat keasaman (pH), oksigen terlarut, suhu, salinitas, dan bahan organik. Substrat di ekosistem mangrove mempunyai ciri-ciri selalu basah, mengandung garam, kandungan oksigen terlarut sedikit, bersifat netral sampai sedikit asam, dan kaya akan bahan organik. Substrat tersebut dapat diklasifikasikan sebagai pasir (*sand*), lumpur halus (*silt*) dan tanah liat (*clay*). Substrat disusun oleh ketiganya dengan komposisi berbeda-beda, sedangkan lumpur (*mud*) merupakan campuran dari lumpur halus dan lempung yang keduanya kaya akan bahan organik (*detritus*). Bahan organik yang terdapat di dalam tanah terutama berasal dari perombakan sisa tumbuhan yang diproduksi oleh mangrove tersebut.

2.3 Gastropoda

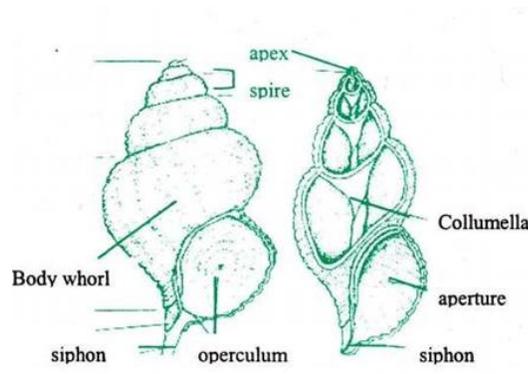
Gastropoda pada ekosistem mangrove sangat dipengaruhi oleh kegiatan yang terdapat pada ekosistem mangrove dimana hal tersebut akan memberikan efek terhadap kelangsungan hidup gastropoda karena gastropoda hidup cenderung menetap dengan pergerakan yang terbatas. Adanya bermacam aktivitas di ekosistem mangrove akan merubah kondisi lingkungan tempat hidup gastropoda (Ernanto *et al.*, 2010).

Struktur komunitas gastropoda dipengaruhi oleh perubahan faktor lingkungan. Faktor lingkungan, seperti suhu, salinitas, tipe substrat, dan kandungan bahan organik di ekosistem mangrove menyebabkan gastropoda di dalam struktur komunitas berbeda

satu dengan yang lainnya sehingga membentuk pola tersendiri. Hal tersebut karena tiap hewan gastropoda memiliki kemampuan adaptasi yang berbeda-beda. Bervariasinya faktor lingkungan menyebabkan adanya perbedaan cara hidup dan penyebaran gastropoda. Gastropoda di ekosistem mangrove dapat hidup sebagai *epifauna* (di permukaan substrat), *infauna* (di dalam substrat), dan *tree fauna* (menempel pada akar, batang, dan daun mangrove), sedangkan dalam penyebarannya, gastropoda di ekosistem mangrove dapat menyebar secara menegak dan mendatar (Mujiono, 2008).

2.3.1 Morfologi

Struktur umum morfologi gastropoda terdiri atas kepala, kaki, badan, dan mantel. Kepala gastropoda berkembang dengan baik dan pada umumnya dilengkapi dengan tentakel dan mata. Pada umumnya gastropoda memiliki cangkang tunggal yang terpilin membentuk spiral (Gambar 2), dengan massa viseral dilindungi cangkang dan mengalami perputaran 180° berlawanan arah dengan jarum jam terhadap sumbu anterior-posterior. Ciri khas gastropoda adalah kaki yang melebar dan pipih untuk bergerak. Kaki tersebut dapat mengeluarkan lendir untuk memudahkan pergerakannya.



Gambar 2. Morfologi gastropoda
Sumber: Pechenik (2005)

Arah putaran cangkang gastropoda ada 2 macam, yaitu *dekstral* (berputar ke arah kanan) dan *sinistral* (berputar ke arah kiri). Sebagian besar gastropoda laut umumnya

mempunyai cangkang *dekstral* dan hanya sedikit yang ditemukan dalam bentuk *sinistral* (Arnold & Birtles, 1989).

Gastropoda merupakan kelas dari filum moluska yang termasuk kedalam hewan invertebrata. Gastropoda merupakan hewan bercangkang yang berjalan menggunakan perut sebagai kakinya. Gastropoda merupakan hewan bercangkang yang berjalan dengan perut, (gastro: perut, podos: kaki) maka dari itu hewan ini memiliki alat gerak menggunakan perut sebagai kakinya, hewan ini umumnya bercangkang tunggal yang terpilin membentuk spiral dan memiliki ragam warna pada cangkangnya dan cangkang hewan ini sudah terpilin sejak embrio (Harminto, 2003).

Sumber energi gastropoda pada umumnya yaitu dengan memakan tumbuhan atau alga, tetapi ada pula beberapa jenis termasuk karnivor. Gastropoda menggunakan radulanya untuk memakan alga atau tumbuhan. Akan tetapi, beberapa kelompok merupakan pemangsa, dan radulanya termodifikasi untuk mengebor cangkang moluska lain atau untuk mencabik-cabik. Pada siput konus, gigi radula bertindak sebagai panah racun yang digunakan untuk melumpuhkan mangsa (Campbell *et al.*, 2012).

Gastropoda merupakan salah satu organisme yang mempunyai peran ekologis sebagai pembentuk detritus dalam menguraikan daun-daun mangrove yang telah gugur, batang dan pohon yang sudah mati. Gastropoda juga berperan penting dalam menjaga keseimbangan ekologi pesisir pantai, umumnya pada ekosistem mangrove (Zullheri *et al.*, 2014).

Gastropoda dapat ditemukan di darat, di laut maupun perairan air tawar. Hal tersebut berdasarkan Turra & Denadai (2006) menyatakan gastropoda merupakan salah satu moluska yang banyak ditemukan di berbagai substrat yang diduga karena gastropoda memiliki kemampuan adaptasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan kelas yang lain, baik di substrat yang keras maupun lunak. Menurut Syafikri (2008) bahwa sebagian dari gastropoda juga hidup di daerah hutan bakau, ada yang hidupnya di lumpur atau tanah yang tergenang air, ada juga yang menempel pada akar dan batangnya, bahkan ada juga yang memiliki kemampuan memanjat. Gastropoda hewan yang dapat

dijumpai di berbagai lingkungan sehingga dapat menyesuaikan diri bergantung pada tempat hidupnya. Hal tersebut berdasarkan Nontji (2007) yang menyatakan gastropoda juga dapat dijumpai di berbagai jenis lingkungan dan bentuknya biasanya telah menyesuaikan diri untuk lingkungan tersebut.

Kelas gastropoda merupakan hewan yang paling banyak ditemukan. Menurut Campbell *et al.* (2012) sekitar tiga per empat dari semua spesies moluska yang masih ada merupakan gastropoda. Gastropoda merupakan kelas moluska yang terbesar dan populer. Hal tersebut berdasarkan data Rusyana (2011) bahwa ada sekitar 50.000 spesies gastropoda yang masih hidup dan 15.000 jenis yang telah menjadi fosil. Kelas ini memiliki ciri utama berupa satu cangkang yang melindungi bagian tubuhnya. Menurut Kusnadi & Agus (2008) terdapat sejumlah kecil spesies yang cangkangnya mereduksi menjadi kecil atau bahkan menghilang. Ciri lainnya adalah adanya alat gerak/lokomosi pada bagian ventral tubuh yang terdiri dari sebagian besar jaringan otot.

2.3.2 Faktor Lingkungan Hidup Gastropoda

Faktor lingkungan sangat berpengaruh pada kehidupan gastropoda, yang terdiri dari biotik dan abiotik. Faktor biotik terdiri dari pohon mangrove dan fitoplankton yang merupakan sumber makanan utama bagi gastropoda. Adapun faktor abiotik terdiri dari suhu, salinitas, substrat dasar, dan kandungan bahan organik. Perubahan suhu juga dapat mempengaruhi perubahan komposisi, kelimpahan, dan keanekaragaman hewan pada suatu perairan.

Salinitas juga merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi keberadaan gastropoda karena organisme laut hanya dapat mentoleransi terhadap perubahan salinitas yang kecil dan lambat. Tiap jenis gastropoda memerlukan suatu kombinasi faktor abiotik yang optimum agar jenis tersebut dapat hidup, tumbuh dan berkembang dengan baik. Gastropoda laut dapat hidup dengan baik pada suhu 25 - 32° C dan salinitas 25 - 40‰ (Hutabarat & Evans, 1985).

Faktor utama yang menentukan penyebaran gastropoda adalah substrat dasar perairan. Substrat dengan ukuran partikel yang besar dan kasar mengandung lebih sedikit bahan organik dibandingkan dengan substrat dasaran yang halus. Hal tersebut karena bahan organik lebih mudah mengendap di substrat dengan partikel halus. Bahan organik merupakan salah satu komponen penyusun sedimen yang berasal dari sisa tumbuhan dan hewan yang mati. Oleh karena itu, keadaan sedimen yang banyak mengandung lumpur, memiliki kandungan bahan organik yang tinggi sehingga merupakan habitat yang sesuai bagi gastropoda (Bolam *et al.*, 2002).

2.3.3 Gastropoda di Mangrove

Gastropoda yang hidup di ekosistem mangrove, dapat ditemukan di lumpur atau tanah yang tergenang air, dan juga dapat menempel pada akar, batang, dan daun mangrove, misalnya *Cerithiidea*, *Cassidulla*, *Littorina*, dan lain-lain. Pada umumnya pergerakan gastropoda sangat lambat dan bukan merupakan hewan yang berpindah-pindah. Kondisi lingkungan di ekosistem tersebut seperti tipe substrat, salinitas, dan suhu perairan dapat memberikan variasi yang besar pada kehidupan gastropoda (Shanmugam & Vairamani, 2008).

Menurut Budiman & Dwiono (1986), batasan masing-masing kelompok gastropoda penghuni ekosistem mangrove adalah sebagai berikut, yaitu:

1. Kelompok gastropoda asli mangrove, yaitu semua jenis gastropoda yang seluruh atau sebagian besar hidupnya dihabiskan di ekosistem mangrove sehingga kepadatannya cukup tinggi. Jenis-jenis gastropoda tersebut sangat jarang ditemukan di luar ekosistem mangrove. Sebagian besar gastropoda tersebut merupakan pemakan serasah dan banyak dijumpai di bagian tengah dan belakang hutan mangrove. Contoh: *Cerithidea cingulata*, *Telescopium telescopium*, *Terebralia sulcata*, dan *Terebralia palustris*.

a. *Cerithidea cingulata*

Tinggi cangkang maksimum 4,5 cm, biasanya hanya sekitar 3,5 cm. Seringkali ditemukan melimpah pada substrat lumpur di area dekat mangrove, dalam satu meter persegi kelimpahannya bahkan bisa mencapai 500 individu. *Cerithidea cingulata* memiliki cangkang tinggi berbentuk kerucut dengan sisi cangkang cembung sehingga terlihat meruncing. Permukaan cangkang umumnya berwarna cokelat dan bertitik putih dengan garis spiral bagian dorsal yang sangat menonjol (Roberts *et al.*, 1982).

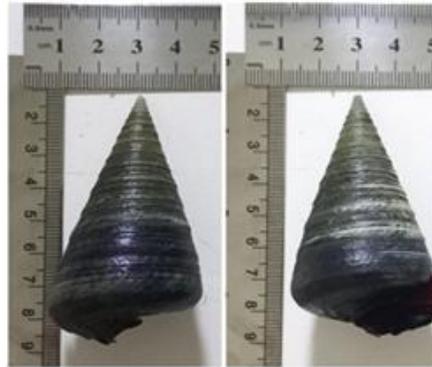


Gambar 3. *Cerithidea cingulata*

b. *Telescopium telescopium*

Gastropoda ini memiliki cangkang berukuran besar dan tebal. Cangkang berbentuk kerucut memanjang, bentuk *apex* runcing dan memiliki putaran cangkang dekstral (berputar ke arah kanan). Cangkang berwarna cokelat gelap pada bagian dasar dan semakin terang pada bagian semakin ke arah *apex*. *Apex* tidak tajam dan biasanya terkikis, *spire* tinggi dan ukurannya semakin bertambah secara reguler. *Body whorl* juga relatif rata dan memiliki ukuran seperempat kali panjang total cangkang. *Columella* tebal, membelit dan berwarna cokelat. *Aperture* berwarna coklat gelap. Ukuran panjang cangkang 8,78-4,65 cm dan lebar

cangkang 4,71-2,81 cm. Habitatnya ditemukan di dalam substrat dan di atas substrat.



Gambar 4. *Telescopium telescopium*

Suture dangkal, seringkali tertutup oleh lapisan kerak maupun alga. *Aperture* berbentuk *quadrangular* dan terletak pada bagian dasar dari akhiran saluran *siphon*. *Peristome* berbentuk seperti kurva, tidak tajam dan tidak kontinyu, bibir *apertural* saling berdekatan tapi tidak menebal dan melebar. Dua buah garis tumbuh spiral yang menebal ditunjukkan pada bagian dasar bibir *apertural*. *Collumella* tebal, membelit dan berwarna cokelat. *Operculum* melingkar dengan *nusleus* terletak di tengah dan memiliki banyak *whorl* yang terpusat. Habitatnya ditemukan dalam substrat berlumpur di ekosistem mangrove, menampakkan bagian ujung *spire* di atas permukaan substrat. Daerah yang terdapat muara sungai dengan substrat berlumpur yang ditumbuhi oleh vegetasi mangrove juga merupakan habitat yang cukup ideal bagi keong ini. Keong ini jarang ditemukan pada substrat berpasir atau substrat lain yang relatif kasar. Secara umum, keong ini lebih memilih habitat air payau dengan salinitas tinggi (Arbi, 2014).

c. *Terebralia sulcata*

Jenis gastropoda ini mempunyai karakteristik cangkang yang tebal, padat, runting, kerucut, pinggiran cangkang bergaris. Warna cangkang bagian luar coklat kehitaman, ukuran cangkang 2-5 cm. Sering dijumpai secara berkelompok di

bawah naungan hutan mangrove pada substrat lumpur dan pasir berlumpur (Eisenberg, 1981).



Gambar 5. *Terebralia sulcata*

Sumber: Nuryanti *et al.* (2017)

d. *Terebralia palustris*

Gastropoda ini memiliki cangkang berukuran besar dengan bentuk kerucut memanjang dan sudut *spire* 30-40°. Putaran cangkang dekstral (memutar ke arah kanan). Cangkang tebal dan tidak transparan. Cangkang umumnya berwarna cokelat, dan semakin memudar ke arah apeks. Rusuk aksial lebih kuat dari pada rusuk spiral. Apeks biasanya terkikis. *Spire* tinggi dengan ukuran yang semakin meningkat secara reguler. Jumlah *whorl* 18-20 dengan ukuran yang semakin membesar secara reguler. *Suture* saling berdekatan tetapi terlihat relatif dalam sehingga masih dapat memisahkan antar *whorl*. *Body whorl* memiliki permukaan yang relatif rata, dengan panjang 0,45 kali panjang total cangkang. *Aperture* berbentuk oval dengan bibir *apertural* yang melebar dan mengalami penebalan. *Peristome* lurus, tidak tajam dan tidak kontinyu. *Columella* membelit, tebal dan memiliki dasar tonjolan terbuka. Bagian atas bibir *apertural* terlekat pada *body whorl* dan pada spesimen yang telah mencapai umur dewasa biasanya beralur secara penuh. Terdapat *varix* kuat pada sisi kiri *body whorl* dengan posisi yang bersilangan dengan penebalan bibir *apertural* bagian bawah. *Operculum*

berbentuk oval, agak tebal, termasuk tipe multispiral dengan inti yang terletak di bagian tengah.



Gambar 6. *Terebralia palustris*
Sumber: Arbi (2014)

2. Kelompok gastropoda fakultatif, yaitu jenis-jenis gastropoda yang menggunakan ekosistem mangrove sebagai salah satu tempat hidupnya. Jenis-jenis gastropoda tersebut memiliki frekuensi dan kepadatan tinggi apabila kondisi memungkinkan untuk hidupnya.

Biasanya gastropoda fakultatif yang sering dijumpai adalah dari suku littorinidae. Jenis-jenis gastropoda dari suku littorinidae merupakan pemakan mikroflora di kulit kayu dan daun-daun mangrove (Rusnaningsih, 2012). Tapilatu dan Pelasula (2012) melaporkan bahwa biota penempel pada mangrove didominasi oleh suku littorinidae. Contoh: *Littorina scabra*.

Littorina scabra memiliki bentuk permukaan tipis dan ukurannya relatif kecil, bentuk *apex* runcing dan memiliki arah putaran cangkang dekstral (berputar ke arah kanan). *Spire* seperti kerucut dan cembung. *Suture* tidak terlalu dalam dan kurang jelas. *Aperture* membulat, tipis dan halus, *outer lip* dan *inner lip* tipis. Warna permukaan cangkang kuning kecoklatan dan bagian bawah putih hingga coklat pucat dengan pola garis coklat gelap. *Aperture* berwarna putih dengan pola garis coklat gelap, *columella* berwarna coklat bergaris ungu. Ukuran panjang cangkang 2,60-1,19 cm dan lebar cangkang 1,57-0,28 cm. Habitatnya ditemukan di atas substrat, di akar, di batang dan di daun tumbuhan mangrove.



Gambar 7. *Littorina scabra*

Sumber: Nuryanti *et al.* (2017)

3. Kelompok gastropoda pengunjung, yaitu jenis-jenis gastropoda yang secara tidak sengaja ada di dalam ekosistem mangrove sehingga memiliki frekuensi dan kepadatan yang rendah. Kelompok tersebut umumnya hidup di area sempit di sekitar perbatasan dengan ekosistem lain, yaitu di bagian muka hutan yang berbatasan dengan laut dan di bagian belakang hutan yang berbatasan dengan daratan. Contoh: *Nerita undata* dan *Nerita signata*.

Nerita undata merupakan gastropoda dari famili *neritidae* yang memiliki ciri dan morfologi berupa cangkang yang berbentuk hemispherical, bibir luar cangkang halus dan tidak memiliki gerigi, dan memiliki panjang cangkang 2 cm dan lebar cangkang 1 cm, mempunyai garis spiral yang berwarna hitam dan crem yang susunannya berselah seling, cangkangnya berwarna krem

kecoklatan, banyak ditemukan menempel pada akar dan batang mangrove karena habitat aslinya di daerah pecahan karang atau pasir. Jenis-jenis gastropoda dari suku neritidae merupakan gastropoda air tawar (Tan & Clements, 2008).



Gambar 8. *Nerita undata*

Sumber: Haumahu et al. (2023)

Gastropoda yang hidup di daerah pasang surut memiliki beberapa cara dalam mengatasi perubahan faktor lingkungan, yaitu dengan menyimpan air dalam cangkangnya, bergerak mencari tempat yang masih digenangi air atau masih lembab, memodifikasi atau menambah alat pernafasan lain selain insang sehingga dapat mengambil oksigen langsung dari udara, memiliki cara reproduksi yang dipengaruhi oleh pasang surut, mempunyai toleransi terhadap fluktuasi salinitas yang besar terutama di daerah tropis yang mengalami penyinaran matahari yang kuat dan frekuensi hujan yang cukup tinggi. Kemampuan adaptasi tersebut umumnya dimiliki oleh Gastropoda asli mangrove dan fakultatif (Budiman & Dwiono, 1986).

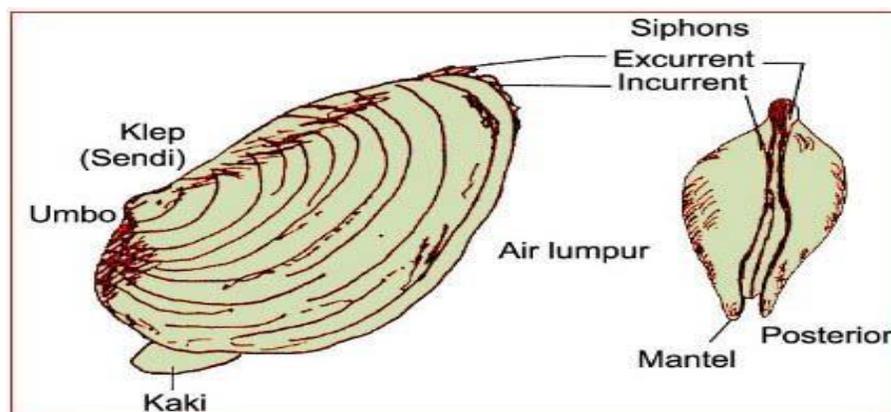
2.4 Bivalvia

Bivalvia atau pelecypoda berasal dari kata “bi” (dua) dan “valve” (kutub) berarti hewan yang memiliki dua belahan cangkok. Pelecypoda berasal dari kata “pelekhis” (kapak kecil) dan “poda” (kaki) berarti hewan yang memiliki kaki pipih seperti kapak kecil. Bivalvia terdiri atas berbagai jenis kerang, remis, dan kijing (Fitrianti, 2014).

2.4.1 Morfologi Bivalvia

Bivalvia (kerang-kerangan) merupakan salah satu keanekaragaman hayati yang terdapat di perairan Indonesia. Bivalvia secara khas memiliki dua bagian cangkang, yang keduanya kurang lebih simetris. Habitat kerang ini adalah di laut dan payau. Bivalvia ada yang terdapat di *epifauna* (hidup di permukaan) dan *infauna* (membenamkan diri di dalam permukaan) hidup dalam waktu yang cukup lama. Kerang dikenal juga sebagai umbo, dapat dikenali sebagai punuk besar pada bagian anterior dan dorsal masing-masing cangkang kerang. Kedua bagian cangkang kerang dihubungkan di bagian dorsal dengan suatu ligamentum yang terdiri atas tensilium dan resilium yang bekerja sama dalam proses membuka dan menutupnya kedua sisi kerang (Kisman *et al.*, 2016).

Bivalvia memiliki cangkang yang terbagi menjadi dua belahan. Kedua belahan itu dihubungkan oleh engsel pada garis tengah dorsal, dan otot-otot aduktor yang kuat mengatupkan kedua cangkang rapat-rapat untuk melindungi tubuh hewan yang lunak. Bivalvia tidak memiliki kepala yang jelas, dan radualnya telah hilang. Beberapa bivalvia memiliki mata dan tentakel-tentakel pengindra di sepanjang tepi luar mantelnya. Rongga mantel bivalvia memiliki insang yang digunakan untuk pertugasan gas sekaligus menangkap makanan pada kebanyakan spesies. Kebanyakan bivalvia adalah pemakan suspensi. Mereka menangkap partikel-partikel makanan yang halus di dalam mukus yang menyelubungi insangnya, dan siliannya kemudian mengantarkan



Gambar 9. Morfologi Bivalvia
Sumber: Rusyana (2011)

partikel itu kemulut. Air memasuki rongga mantel melalui sifon aliran masuk melewati insang dan kemudian keluar dari rongga mantel melalui sifon aliran keluar (Campbell & Reece, 2005).

Cangkok terdiri atas dua bagian, kedua cangkok tersebut disatukan oleh sendi elastis yang disebut hinge. Bagian dari cangkok yang membesar atau menggelembung dekat sendi disebut umbo (bagian cangkok yang umurnya paling tua). Di sekitar umbo terdapat garis konsentris yang menunjukkan garis interval pertumbuhan. Sel bagian luar dari mantel menghasilkan zat pembuat cangkok. Cangkok itu sendiri terdiri atas:

1. Periostrakum

Lapisan tipis paling luar yang terbuat dari bahan organik konkiolin, sering tidak ada pada bagian umbar

2. Prismatic

Lapisan bagian tengah yang terbuat dari kristal-kristal kapur (kalsium karbonat).

3. Nakreas

Lapisan bagian dalam yang terbuat dari kristal-kristal kalsium karbonat dan mengeluarkan bermacam-macam warna jika terkena cahaya. Sering juga disebut lapisan mutiara. Lapisan nakreas dihasilkan oleh seluruh permukaan mantel, sedangkan lapisan periostrakum dari lapisan prismatic dihasilkan oleh bagian tepi mantel (Rusyana, 2011).

2.4.2 Faktor yang Memengaruhi Bivalvia

Dalam kelangsungan hidup hewan terdapat faktor yang mempengaruhi atau mendukung di antaranya:

1. Suhu

Suhu menjadi suatu faktor lingkungan yang paling mudah diukur dan suhu merupakan faktor yang sangat penting dalam mengatur proses kehidupan dan penyebaran organisme. Suhu pada lautan juga sangat bervariasi sesuai dengan

kedalaman. Pada daerah tropik yaitu 20 – 30°C, daerah beriklim sedang hangat pada musim panas (Sukarsono, 2009).

2. Salinitas

Salinitas akan memengaruhi penyebaran organisme. Bagi gastropoda yang hidup di mangrove, salinitas akan berpengaruh langsung pada populasi gastropoda karena setiap gastropoda mempunyai batas toleransi yang berbeda terhadap tingkat salinitas yang tergantung pada kemampuan organisme tersebut dalam mengendalikan tekanan osmotik tubuhnya. Begitu pula dengan bivalvia (Riniatsih & Kushartono, 2009).

3. Garam-garam mineral

Garam-garam diperlukan dalam jumlah besar (makronutrien) untuk membangun cangkang, rangka, kulit telur dan sebagainya. Hewan pada umumnya membutuhkan paling sedikit 12 unsur (P, K, Na, CL, S, Mg, Fe, Cu, Mn, Co, Zn) dalam bentuk mikronutrien untuk fungsi fisiologis dan struktural tubuhnya. Kurangnya dari suatu unsur akan memberi dampak pada komposisi atau penampilan tubuh, bagian tubuh, produk berupa telur, dan sebagainya. Sebagai contoh kurangnya zat kapur maka akan menyebabkan cangkang atau kulit telur sangat tipis (Sukarsono, 2009).

4. pH

Nilai pH pada perairan mencerminkan keseimbangan antara asam dan basa dalam air. Nilai pH penting sekali sebagai informasi dasar karena terjadi perubahan di air. Derajat keasaman perairan mangrove berkisar 8,0 – 9,0. Semakin tinggi derajat keasaman maka akan semakin mendukung organisme pengurai untuk menguraikan bahan-bahan organik yang jatuh pada mangrove, sehingga tanah mangrove akan memiliki derajat keasaman tinggi nisbi dengan karbon organik yang hampir sama dengan tanah. Biota akuatik sensitif terhadap perubahan pH dan berada pada pH 7 – 8,5. Beberapa moluska dapat mentolerir pH antara 5,35 – 6,25 seperti, *Polymesoda* sp. dan *Isognomon* sp. (Safitri, 2003).

5. Oksigen terlarut

Kandungan oksigen terlarut dapat memengaruhi keanekaragaman organisme dalam suatu ekosistem perairan. Perairan dengan kandungan oksigen yang cukup stabil akan memiliki jumlah spesies yang lebih banyak. Pada suatu lingkungan dimana kandungan oksigen terlarutnya sebesar 1,0-2,0 ppm maka organisme moluska masih dapat bertahan hidup karena mereka mampu beradaptasi pada kandungan oksigen yang rendah, seperti halnya bivalvia dari family ostreidae. Pada pasang surut, mereka akan menutup cangkang dan melakukan respirasi anaerob, karena kandungan oksigen yang rendah (Ismi, 2012).

6. BOD (*Biochemical Oxygen Demand*)

Kebutuhan biologis atau *biochemical oxygen demand* adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme di dalam air untuk memecah (mendegradasi) bahan organik yang ada di dalam air tersebut. Jumlah mikroorganisme dalam air lingkungan tergantung dalam tingkat kebersihan air. Air yang bersih relatif mengandung mikroorganisme lebih sedikit dibandingkan dengan yang tercemar. Air yang telah tercemar oleh bahan buangan seperti antiseptik atau bersifat racun, seperti fenol, kreolin, detergen, asam sianida, dan insektisida, jumlah mikroorganismenya sedikit. Makin besar kadar BOD maka merupakan indikasi bahwa perairan tersebut telah tercemar. Kadar oksigen biokimia (BOD) dalam air yang tingkat pencemarannya masih rendah dapat dikategorikan sebagai perairan yang baik 0 -10 ppm (Yuliastuti, 2011).

2.4.2 Habitat Bivalvia

Bivalvia tersebar secara luas di seluruh pesisir perairan Indonesia khususnya di berbagai ekosistem perairan dangkal, seperti ekosistem lamun, alga, dan terumbu karang. Beberapa faktor yang membatasi distribusi dan kepadatan jenis bivalvia di alam dapat dikategorikan ke dalam dua distribusi spasial dan preferensi habitat bivalvia dapat digolongkan menjadi, dua faktor yaitu faktor alam berupa sifat genetik dan tingkah laku ataupun kecenderungan suatu biota untuk memilih tipe habitat yang disenangi

serta faktor dari luar yakni segala sesuatu yang berhubungan dengan interaksi biota dengan lingkungannya (Akhrianti *et al.*, 2014).

Berdasarkan habitat hidupnya bivalvia dapat dikelompokkan ke dalam:

1. Jenis bivalvia yang hidup di perairan mangrove.

Habitat mangrove ditandai oleh besarnya kandungan bahan organik, perubahan salinitas yang besar, kadar oksigen yang minimal dan kandungan H₂S yang tinggi sebagai hasil penguraian sisa bahan organik dalam lingkungan yang miskin oksigen. Salah satunya adalah jenis bivalvia yang hidup di daerah ini yaitu *Ostrea* sp dan *Gelonia coaxans*.

2. Jenis bivalvia yang hidup di perairan dangkal.

Jenis-jenis yang dijumpai di perairan dangkal dikelompokkan berdasarkan lingkungan tempat di mana mereka hidup, yaitu yang hidup di garis surut terendah sampai kedalaman 2 meter. Jenis yang hidup di daerah ini adalah *Vulsella* sp, *Osterea* sp, *Maldgenas* sp, *Mactra* sp, dan *Mitra* sp.

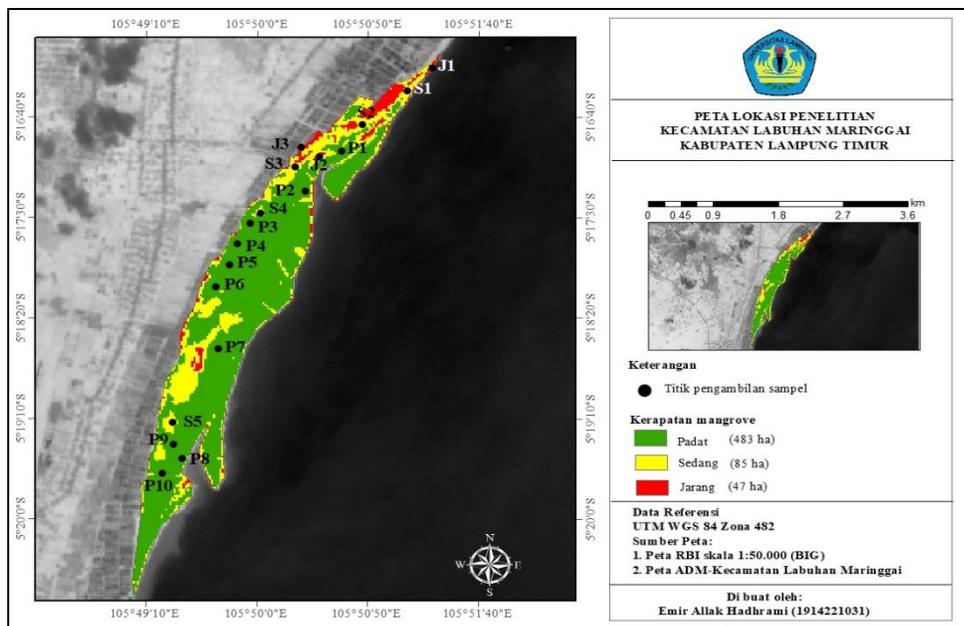
3. Jenis Bivalvia yang hidup di lepas pantai.

Habitat lepas pantai adalah wilayah perairan sekitar pulau yang kedalamannya 20 sampai 40 m. Jenis bivalvia yang ditemukan di daerah ini seperti : *Pilicia* sp, *Chalamis* sp, *Amussium* sp, *Pleuronectus* sp, *Malleus albus*, *Solia* sp, *Spondylus hysteria*, *Pincatada maxima*, dan lain-lain (Ismi, 2012).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian dilakukan pada tanggal 19 Agustus - 3 September 2023. Lokasi penelitian berlokasi di kawasan mangrove di Kecamatan Labuhan Meringgai, Kabupaten Lampung Timur di Desa Sriminosari dan Desa Margasari.



Gambar 10. Lokasi penelitian

Penentuan stasiun penelitian dilakukan setelah melalui proses *normalized difference vegetation index* (NDVI) dengan menggunakan citra Landsat 8 pada Juni 2023 untuk mengetahui kerapatan mangrove dan observasi langsung pada lokasi. Terdapat tiga kategori kerapatan mangrove; padat, sedang, dan jarang. Pada setiap stasiun dilakukan pengulangan dengan jumlah yang berbeda-beda berdasarkan luasan area

stasiun. Pada stasiun dengan kerapatan mangrove padat memiliki luas yang paling besar, yaitu seluas 483 ha. Oleh karena itu, dilakukan 10 kali pengulangan pada stasiun dengan kerapatan mangrove padat. Pada stasiun dengan kerapatan mangrove sedang memiliki luas area sebesar 85 ha. Pada stasiun tersebut dilakukan 5 kali pengulangan. Pada stasiun dengan kerapatan mangrove jarang memiliki luas area paling kecil, yaitu luas 47 ha. Oleh karena itu, dilakukan 3 kali pengulangan karena luas area yang lebih kecil.

3.2 Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan selama pengambilan data lapang dapat dilihat pada Tabel 1.

Alat yang digunakan dalam penelitian dapat dilihat pada Tabel 1.

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.	Samsung A32
3	<i>Roll meter</i>	Digunakan untuk mengukur jarak.	100 m
4	<i>Core sampler</i>	Digunakan untuk sampling sedimen dan biota yang terdapat di substrat.	Diameter 26,3 mm , 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 celcius (-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>Shieve shaker</i>	Digunakan untuk menentukan besar butiran sedimen.	<i>Sieve analysis</i>

Tabel 1. Alat-alat penelitian (lanjutan)

No	Alat	Kegunaan	Spesifikasi
11	Timbangan digital	Digunakan untuk mengetahui bobot massa sedimen berdasarkan butiran sedimen.	<i>Superior mini digital platform scale</i>
12	Sekop	Digunakan untuk sampling sedimen, gastropoda, dan bivalvia.	-
13	Plastik <i>zip</i>	Digunakan untuk menyimpan sampel sedimen, gastropoda, dan bivalvia.	-
14	<i>Oven</i>	Digunakan untuk mengeringkan sedimen.	-

Bahan yang digunakan dalam penelitian dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Bahan-bahan penelitian

No.	Bahan	Kegunaan	Spesifikasi
1	Buku identifikasi gastropoda dan bivalvia <i>Compendium of Seashells</i> (R. Tucker Abbott dan S. Peter Dance)	Digunakan untuk mengidentifikasi gastropoda dan bivalvia yang ditemukan.	Buku identifikasi spesies
2	Tali rafia	Digunakan untuk membuat transek.	-
3	Alat tulis	Digunakan untuk mencatat.	-
4	Transek	Digunakan untuk plot pengamatan.	10x10 m ² dan 1x1 m ²
5	Alkohol 70%	Digunakan untuk mengawetkan sampel penelitian.	-

3.3 Prosedur Penelitian

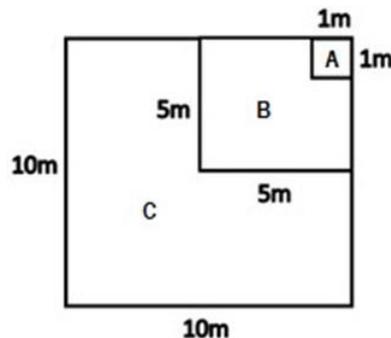
Prosedur penelitian meliputi tahap pengukuran, vegetasi mangrove, pengamatan sampling gastropoda dan bivalvia, sampling kualitas perairan, dan sedimen di lokasi penelitian.

3.3.1 Sampling Mangrove

Sampling vegetasi mangrove dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. Pengambilan data mangrove menggunakan transek kuadrat dengan ukuran ($10 \times 10 \text{ m}^2$).
2. Pengamatan kerapatan jenis mangrove dilakukan dengan metode petak kuadrat dengan membuat petak pengamatan berukuran $10 \times 10 \text{ m}^2$, dengan kategori pohon (diameter $> 10 \text{ cm}$), kategori pancang dengan petak pengamatan berukuran $5 \times 5 \text{ m}^2$ (tinggi $\geq 1,5 \text{ m}$ dan diameter $\leq 10 \text{ cm}$), dan kategori semai/anakan dengan petak $1 \times 1 \text{ m}^2$ (tinggi $\leq 1,5 \text{ m}$) di dalam petak pengamatan $10 \times 10 \text{ m}^2$ tersebut (SNI 7724, 2011),
3. Kemudian diidentifikasi dan dihitung jumlah individu setiap jenisnya.

Desain transek pada pengamatan sampling mangrove dapat dilihat pada gambar 11.



Gambar 11. Desain transek mangrove

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)

3.3.2 Pengambilan Sampel Gastropoda dan Bivalvia

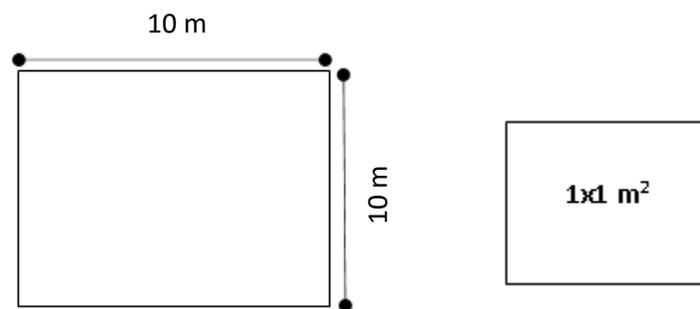
Sampling gastropoda dan bivalvia dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. Pengambilan sampel gastropoda dan bivalvia dilakukan dengan memasang plot $1 \times 1 \text{ m}^2$ sebanyak 10 buah di dalam transek mangrove $10 \times 10 \text{ m}^2$.
2. Pengambilan sampel dilakukan pada saat air surut sehingga mempermudah dalam menghitung dan mengidentifikasi jenis-jenis gastropoda dan bivalvia. Gastropoda dan bivalvia yang diambil adalah yang berada di permukaan

substrat (*epifauna*), yang berada di dalam permukaan (*infauna*), dan yang menempel pada akar, batang, dan daun mangrove (*treefauna*).

3. Pengambilan sampel gastropoda *treefauna* pengambilan dibatasi sampai ketinggian 2 m atau sampai pasang tertinggi. Sampel yang berada di *infauna* diambil sampai kedalaman 30 cm.
4. Sampel gastropoda dan bivalvia yang diambil kemudian dimasukkan ke dalam plastik sampel yang diberi larutan alkohol 70%. Plastik sampel diberi label yang berisi keterangan mengenai lokasi, stasiun, transek kuadran, dan tanggal pengambilan (Marwoto & Shintosari, 1999). Sampel tersebut kemudian diidentifikasi menggunakan buku identifikasi gastropoda dan bivalvia.

Desain transek pada pengamatan sampling gastropoda dan bivalvia dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Desain transek gastropoda dan bivalvia

3.3.3 Sampling Kualitas Air dan Sedimen

A. Suhu

Pengukuran suhu dilakukan di permukaan air pada setiap stasiun dengan cara mencelupkan termometer ke dalam air, lalu membaca nilai skala pada termometer. Pengukuran suhu dilakukan pada setiap stasiun penelitian sebanyak 3 kali pengulangan.

B. Salinitas

Pengukuran salinitas dilakukan dengan menggunakan prisma refraktometer yang di kalibrasi menggunakan akuades agar refraktometer menjadi standar. Sampel air laut dimasukkan ke dalam botol sampel, kemudian sampel air diteteskan menggunakan pipet tetes ke lensa yang terdapat pada refraktometer. Nilai skala salinitas dapat dilihat dengan peneropongan pada bagian ujung refraktometer. Pengukuran salinitas dilakukan pada setiap stasiun sebanyak 3 kali pengulangan.

C. Derajat Keasaman (pH)

Pengukuran pH air dilakukan di permukaan air pada setiap stasiun pengamatan dengan cara mencelupkan pH meter ke dalam air, lalu dilihat hasil skala pH pada pH meter. Pengukuran pH dilakukan pada setiap stasiun penelitian sebanyak tiga kali pengulangan.

D. Dissolve Oxygen (DO)

Pengukuran DO diukur dengan menggunakan alat DO meter dengan cara mencelupkan alat tersebut ke dalam sampel air laut yang telah diambil. Hasil pengukuran dapat dilihat dari layar DO meter. Pengukuran DO dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan pada setiap stasiun.

E. Sampling sedimen

Sampel sedimen diambil menggunakan *core sampler* berukuran tinggi 30 cm dan diameter 7,5 cm. pada setiap lokasi stasiun. Sampel sedimen yang telah diambil dipotong menjadi 3 bagian masing-masing 10 cm, selanjutnya dimasukkan ke dalam kantong plastik. Sampel sedimen dijemur hingga kering lalu dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 80°C selama 24 jam. Sampel yang sudah kering dihaluskan dengan menggunakan mortar, kemudian sampel sedimen diayak menggunakan *shieve shaker* selama 15 menit untuk mengetahui ukuran butir sedimen pada masing-masing stasiun penelitian. Klasifikasi ukuran butir sedimennya (pasir kasar berukuran 510 mm, pasir halus berukuran 315 mm, debu kasar berukuran 305 mm, debu halus berukuran 203

mm, liat kasar berukuran 200 mm, dan liat halus berukuran 100 mm). Setelah selesai diayak kemudian ditimbang. Ukuran jenis sedimen dapat dilakukan perhitungan menggunakan persamaan % berat sedimen pada metode ayakan kering (Aisha *et al.*, 2021).

$$\% \text{berat} = \frac{\text{Berat hasil ayakan}}{\text{berat awal}} \times 100\%$$

Klasifikasi ukuran sedimen berdasarkan skala wentworth menurut Hutabarat dan Evans (1985) dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Klasifikasi ukuran sedimen

Jenis partikel	Ukuran (mm)
Kerikil besar	>256
Krikil kecil	2-256
Pasir sangat kasar	1-2
Pasir kasar	0,5-1
Pasir sedang	0,25-0,5
Pasir halus	0,125-0,25
Lumpur kasar	0,0625-0,125
Lumpur halus	0,0039-0,0625
Lempung/clay	<0,0039



Gambar 13. *Sieve shaker*

Sumber: andarupm.co.id

3.4 Analisis Data

Analisis data yang dilakukan ialah kerapatan vegetasi mangrove, kelimpahan gastro-poda dan bivalvia, indeks keanekaragaman, indeks keseragaman, indeks dominansi, indeks pola sebaran, dan metode *principal component analysis* (PCA), kemudian di-analisis secara deskriptif. Adapapun metode analisis data yang digunakan pada penelitian ialah:

3.4.1 Analisis Vegetasi Mangrove

Penentuan data vegetasi mangrove dapat ditentukan dengan mengetahui indeks nilai penting (INP) suatu populasi mangrove dalam suatu komunitas.

A. Kerapatan Jenis

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

$$D_i = N_i/A$$

Keterangan:

- D_i : Kerapatan jenis i (ind/m²).
 N_i : Jumlah total individu dari jenis ke- i .
 A : Luas area pengambilan sampel (m²).

B. Kerapatan Relatif Jenis

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

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

Keterangan:

- RD_i : Kerapatan relatif.
 N_i : Jumlah total tegakan dari suatu jenis.

$\sum n$: 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).

$$F_i = \frac{p_i}{\sum p}$$

Keterangan:

F_i : Frekuensi jenis

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

$\sum p$: Jumlah total petak contoh (plot) yang diamati.

D. Frekuensi Relatif Jenis

Frekuensi relatif jenis (RF_i) merupakan perbandingan antara frekuensi jenis i (F_i) dengan jumlah frekuensi untuk seluruh jenis ($\sum F$) (Tis'in, 2008).

$$RF_i = \left(\frac{F_i}{\sum F} \right) \times 100\%$$

Keterangan:

RF_i : Frekuensi relatif.

F_i : Frekuensi jenis ke-i.

$\sum F$: Jumlah frekuensi seluruh jenis.

E. Penutupan Jenis (C_i)

Penutupan jenis (C_i) adalah luas penutupan jenis ke-i dalam sautu unit area tertentu (Bengen, 2002).

$$C_i = \left(\sum \frac{BA}{A} \right); BA = \frac{\pi DBH^2}{4}; DBH = CBH/\pi$$

Keterangan:

C_i : Luas penutupan jenis ke-i.

- π : Suatu konstanta (3,14).
 BA : Basal area
 DBH : Diameter batang pohon dari jenis ke-i.
 A : Luas area plot.
 CBH : Lingkaran pohon setinggi dada.

F. Penutupan Jenis Relatif (RC_i)

Penutupan relatif (RC_i) yaitu perbandingan antara penutupan jenis ke-i dengan luas total penutupan untuk seluruh jenis (Bengen, 2002). Untuk menghitung RC_i , maka digunakan rumus:

$$RC_i = \left(\frac{C_i}{\sum C} \right) \times 100$$

Keterangan:

- RC_i : Penutupan relatif jenis.
 C_i : Luas area penutupan jenis ke-i.
 $\sum C$: Luas area penutupan untuk seluruh jenis.

G. Indeks Nilai Penting (INP)

Indeks nilai penting (INP) adalah penjumlahan nilai relatif (RD_i), frekuensi relatif (RF_i), dan penutupan relatif (RC_i) dari mangrove (Bengen, 2002).

$$\text{Indeks Nilai Penting (INP): } RD_i + RF_i + RC_i$$

Keterangan:

- RD_i : Kerapatan relatif.
 RF_i : Frekuensi relatif.
 RC_i : Penutupan relatif.

Indeks nilai penting suatu jenis berkisar antara 0-300. Nilai penting ini memberikan gambaran tentang peranan suatu jenis mangrove dalam ekosistem dan dapat juga digunakan untuk mengetahui dominansi suatu spesies dalam komunitas.

3.4.2 Analisis Sampel Gastropoda dan Bivalvia

Analisis sampel yang digunakan untuk menghitung gastropoda dan bivalvia adalah kelimpahan, indeks keanekaragaman, indeks keseragaman, indeks dominansi, dan indeks pola sebaran.

A. Kelimpahan

Untuk mengetahui kelimpahan gastropoda dan bivalvia digunakan rumus di bawah ini;

$$K = N_i/A$$

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

Indeks keanekaragaman (H') dihitung dengan menggunakan indeks Shannon-Wiener, berikut:

$$H' = \sum (P_i \ln P_i)$$

Keterangan:

H' : Indeks keanekaragaman jenis

P_i : n_i/N (Jumlah individu masing-masing jenis)

n_i : Jumlah individu spesies ke-I

N : Jumlah individu total.

Menurut Wilhm & Dorris (1968), kriteria indeks keanekaragaman dibagi menjadi 3 kategori yaitu:

Tabel 4. Kategori indeks keanekaragaman

No	H'	Kategori
1	< 1	Rendah
2	1 < H' < 3	Sedang
3	H' > 3	Tinggi

C. Indeks Keseragaman

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

$$e = \frac{H'}{\ln S}$$

Keterangan:

- e : Indeks keseragaman.
H' : Indeks keanekaragaman.
S : Jumlah jenis.

Kategori indeks keseragaman menurut Brower & Zar (1998) dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Kategori indeks keseragaman

No	e	Kategori
1	e < 0,4	Keseragaman rendah
2	0,4 < e < 0,6	Keseragaman sedang
3	e > 0,6	Keseragaman tinggi

D. Indeks Dominansi

Nilai indeks dominansi di dalam suatu komunitas dapat diketahui dengan menggunakan indeks dominansi Simpson (Odum, 1993):

$$C = \sum \left[\frac{N_i}{N} \right]^2$$

Keterangan:

- C : Dominansi suatu spesies.
N : Jumlah keseluruhan individu.
N_i : Jumlah individu dari spesies ke-i.

Kategori indeks dominansi menurut Odum (1993), dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Kategori indeks dominansi

No	C	Kategori
1	$0 < C < 0,3$	Rendah
2	$0,3 < C < 0,6$	Sedang
3	$0,6 < C < 1$	Tinggi

E. Indeks Dispersi

Indeks dispersi (Id) dihitung menggunakan rumus Morisitas (Krebs, 1989).

$$Id = n \left[\frac{\sum x^2 - \sum x}{(\sum x)^2 - \sum x} \right]$$

Keterangan:

Id : Indeks sebaran morisita

n : Jumlah kuadran pengambilan sampel

$\sum x$: Jumlah individu dalam setiap titik kuadran

$\sum x^2$: Jumlah individu di kuadratkan di setiap titik kuadran

$$M_u = \frac{x^2 0,975 - n + \sum x_i}{(\sum x_i) - 1}$$

$$M_c = \frac{x^2 0,025 - n + \sum x_i}{(\sum x_i) - 1}$$

Keterangan:

M_u : Indeks keseragaman (*uniform index*)

M_c : Indeks pengelompokan (*clumped index*)

n : Jumlah kuadran pengambilan sampel

$\sum x_i$: Jumlah individu setiap kuadran

$x^2 0,975$: Nilai chi kuadrat tabel (db = n-1)

$x^2 0,025$: Nilai chi kuadrat tabel (db = n-1)

Hasil perhitungan standarisasi indeks sebaran Morisita (I_p) menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$I_p = 0,5 + 0,5 \left(\frac{I_d - M_c}{n - M_c} \right)$$

Adapun kategori indeks morisita ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Kategori indeks Morisita

No	Indeks Morisita (I_p)	Kategori
1	$I_p > 0$	Pola sebaran mengelompok
2	$I_p = 0$	Pola sebaran acak
3	$I_p < 0$	Pola sebaran seragam

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 gastropoda dan bivalvia. 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 linear. Ukuran yang digunakan berupa suhu, salinitas, pH, *dissolve oxygen (DO)*, dan kerapatan mnagrove pada tiap masing-masing stasiun pengamatan.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

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

1. Terdapat 13 jenis spesies kelas gastropoda dari 6 famili. yaitu: *Nerita violacea*, *Telescopium telescopium*, *Cerithidea quadrata*, *Cerithidea cingulata*, *Cerithidea obtusa*, *Littoraria melanostoma*, *Cassidula aurisfelis*, *Cassidula nucleus*, *Cassidula vespertilionis*, *Ellobium aurisjudae*, *Ellobium gangeticum*, *Pugilina cochlidium*, *Pilla ampullacea*. Pada kelas bivalvia ditemukan 2 jenis spesies dari 2 famili, yaitu *Anadara granosa* dan *Pharella acutidens*.
2. Berdasarkan seluruh parameter kualitas perairan yang diperoleh di seluruh stasiun penelitian menunjukkan hasil yang cukup baik untuk kehidupan gastropoda dan bivalvia berdasarkan baku mutu Kepmen LH No. 51 Tahun 2004.
3. Seluruh stasiun memiliki karakteristiknya masing-masing. Pada stasiun kerapatan mangrove padat, lebih dicirikan dengan kerapatan mangrove, DO, dan gastropoda maupun bivalvia yang tinggi. Pada stasiun dengan kerapatan mangrove sedang, dicirikan dengan berbagai parameter seperti salinitas, pH, dan suhu yang tinggi. Pada stasiun dengan kerapatan mangrove jarang dicirikan dengan suhu yang tinggi.

5.2 Saran

Perlu adanya penguatan pemahaman semua pihak untuk terus menjaga keberlangsungan ekosistem mangrove di Kecamatan Labuhan Maringgai tepatnya di Desa Margasari dan Sriminosari. Keberadaan hutan mangrove di lokasi penelitian perlu mendapat perhatian khusus dari pemerintah maupun masyarakat untuk pengembangan.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah. 1984. Pelestarian dan peranan hutan mangrove di Indonesia. *Prosiding Seminar II Ekosistem Mangrove Proyek Lingkungan Hidup*. LIPI. Jakarta. Hlm:124-125.
- Aisha, N., Asmadin., & Takwir, A. 2021. Karakteristik sedimen berdasarkan pola arus di Perairan Teluk Kendari. *Jurnal Sapa Laut*. 6(2): 159-166.
- Akhrianti I., Dietrich G. B., & Isdrajad S. 2014. Distribusi spasial dan preferensi habitat bivalvia di pesisir perairan Kecamatan Simpang Pesak Kabupaten Belitung Timur. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 6(1): 171-185.
- Angraini, R., Syahril, S., Karlina, I., Mariati, W., Saleky, D., & Leni, Y. 2022. Gastropoda test family of neritidae as bioindicator to health status of mangrove forest Pulau Tunda Serang Banten, Indonesia. *Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal*, 8(1): 49-55.
- Arbi, U. Y. 2014. *Taksonomi dan Filogeni Keong Famili Potamididae (Gastropoda: Mollusca) di Indonesia Berdasarkan Karakter Morfologi*. (Tesis). Institut Pertanian Bogor. Bogor. 114 hlm
- Arnold, P.W., & Birtles, A.R. 1989. *Soft-sediment Marine Invertebrates of South East Asia and Australia: A Guide to Identification*. Australian Institute of Marine Science. Townsville. 271 hlm.
- Bai'un, N. H. 2021. Keanekaragaman makrozoobentos sebagai indikator kondisi perairan di Ekosistem Mangrove Pulau Pari, Kepulauan Seribu. *Journal of Fisheries and Marine Research*, 5(2): 227-238.
- Bengen, D.G. 2000. *Sinopsis Ekosistem dan Sumberdaya Alam Pesisir*. PSDPL. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 62 hlm.
- Bengen, D.G. 2002. *Ekosistem dan Sumber Daya Alam Pesisir dan Laut serta Prinsip Pengelolaannya*. Pusat Kajian Sumber daya Pesisir dan Lautan (PKSPBL) IPB. Bogor. 65 hlm.

- Bengen, D.G. 2004. *Mengenal dan Memelihara Mangrove*. Pusat Kajian Sumber Daya Pesisir dan Lautan IPB. Bogor. 72 hlm.
- Bolam, S. G., Fernandez, T. F., & Huxham, M. 2002. Diversity, biomass, and ecosystem process in the marine benthos. *Ecological Monograph*, 72(4): 599-615.
- Broom, M. J. 1985. *The Biology and Culture of Marine Bivalve Molluscs of The Genus Anadara*. ICLARM. Manila. 37 hlm.
- Brower, J. E., & Zar, J. H. 1977. *Field and Laboratory Methods for General Ecology*. WM. J Brown Company Publ. Dubuque. 94 hlm.
- Brower, J. E. & Zar, J. H. 1998. *Field and Laboratory Method for General Echology*. McGraw-Hill Education. New York City. 273 hlm
- Budiman, A., & Dwiono, S.A.P. 1986. Ekologi moluska hutan mangrove di Jailolo, Halmahera. *Prosiding Seminar III Ekosistem Mangrove di Denpasar*. Bali. Hlm: 121-128.
- Campbell, N.A., & Reece, J.B. 2005. *Biology*. Erlangga. Jakarta. 1231 hlm
- Campbell, N. A., Reece, J. B., Urry, L. A., Cain, M. L., Wasserman, S. A., Minorsky, P. V., & Jackson, R. B. 2012. *Biologi*. Jilid II. Terjemahan: Wulandari. Erlangga. Jakarta. 441 hlm.
- Cappenberg, H.A.W., Aziz, A., & Aswandy, I. 2006. Komunitas gastropoda dan bivalvia di perairan Teluk Gilimanuk, Bali Barat. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*, 40(1): 53-64.
- Damsir, Ansyori, Yanto, Setria, E., & Bambang, P. 2023. Pemetaan areal mangrove di Provinsi Lampung menggunakan Citra Sentinel 2-A dan Citra Satelit Google Earth. *Jurnal Pengabdian Kolaborasi dan Inovasi*, 1(3): 207-216.
- Darmi., Setyawati, T. R., & Yanti, A. H. 2017. Jenis-jenis gastropoda di kawasan hutan mangrove muara Sungai Kuala Baru Kecamatan Jawai Kabupaten Sambas . *Jurnal Protobiont*, 6(1): 29-34.
- Dermawan, A., Setyobudiandi, I., & Krisanti, M. 2016. Keterkaitan kelimpahan kerang *Pharella acutidens* dan habitat ekosistem mangrove di Teluk Cempi, Kabupaten Dompu, Nusa Tenggara Barat. *Jurnal Ilmu Kelautan Tropis*, 8(2): 553-566.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Kanisius. Yogyakarta. 257 hlm.

- Eisenberg, J. M. *A Collector's Guide to Seashells of The World*. Bloomsbury Books. London. 241 hlm.
- Ekawaty, J. M. 2012. *Studi Tentang Hubungan Kerapatan Hutan Mangrove dengan Kepadatan Gastropoda di Desa Kedung Pandang Kecamatan Jabon Kabupaten Sidoarjo Jawa Timur*. (Skripsi). Universitas Brawijaya. Malang. 48 hlm.
- English, S., Wilkinson, C., & Baker, V. 1994. *Survey Manual for Tropical Marine Resources*. Australian Institute of Marine Science. Townsville. 390 hlm.
- Ernanto, R., Agustriani, F., & Aryawati, R. 2010. Struktur komunitas gastropoda pada ekosistem mangrove di muara Sungai Batang Ogan Komering Ilir Sumatera Selatan. *Maspari Journal*, 1(1): 73-78.
- Fitrianti. 2014. *Keanekaragaman dan Distribusi Bivalvia di Estuari Mangrove Belawan Sumatera Utara*. (Tesis). Universitas Sumatera Utara. Medan. 79 hlm
- Hadiputra, M.A., & Damayanti, A. 2013. Kajian potensi makrozoobenthos sebagai bioindikator pencemaran logam berat tembaga (Cu) di kawasan ekosistem mangrove Wonorejo Pantai Timur Surabaya. *Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi XVIII*. Surabaya. Hlm: 141-148.
- Harminto. 2003. *Taksonomi Avertebrata*. Universitas terbuka. Jakarta. 50 hlm.
- Hartoni, & Andi, A. 2013. Komposisi dan kelimpahan moluska (gastropoda dan bivalvia) di ekosistem mangrove muara Sungai Musi Kabupaten Banyuasin Provinsi Sumatera Selatan. *Journal Maspari*, 5(1): 6-15.
- Haumahu, S., Lokollo, F.F., & Hehanussa, S.U.K. 2023. Komposisi spesies dan kelimpahan gastropoda laut di zona intertidal Negeri Halong, Ambon, Indonesia. *Jurnal Laut Pulau*, 2(1): 35-43.
- Husamah, Rohman, F., & Sutomo, H. 2016. Struktur komunitas collembola pada tiga tipe habitat sepanjang daerah aliran Sungai Brantas Hulu Kota Batu. *Jurnal Bioedukasi*, 9(1): 45-50.
- Halidah. 2014. *Avicennia marina* jenis mangrove yang kaya manfaat. *Info Teknis Eboni*, 11 (1): 37-44.
- Hamzah, F. & 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.

- Hutabarat, S., & Evans, S.M. 1985. *Pengantar Oseanografi*. Universitas Indonesia, Jakarta. 159 hlm.
- Indriani, Y. 2008. *Produksi dan Laju Dekomposisi Serasah Daun Mangrove Api-Api (Avicennia marina Forssk. Vierh) di Desa Lontar, Kecamatan Kemiri, Kabupaten Tangerang, Provinsi Banten*. (Skripsi). Institut Pertanian Bogor. Bogor. 73 hlm.
- Indriyanto. 2006. *Ekologi Hutan*. Bumi Aksara. Jakarta. 210 hlm
- Ismi, A. N. 2012. *Distribusi dan Keanekaragaman Bivalvia di Perairan Puntondo Kabupaten Takalar*. (Skripsi). Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar. Makassar. 57 hlm.
- Kisman D. M., Achmad R., & Muchlis D. 2016. Jenis-jenis dan keanekaragaman bivalvia di perairan laut Pulau Maputi Kecamatan Sojol Kabupaten Donggala dan pemanfaatannya sebagai media pembelajaran biologi. *e-Jipbiol*, 4(1): 1-14.
- Krebs, C. J. 1989. *Ecological Methodology*. Harper & Row Inc. New York. 654 hlm.
- Kusnadi, & Agus. 2008. *Mollusca Padang Lamun*. LIPI Press. Jakarta. 187 hlm.
- Ledheng, L., & Naisumu, Y.G. 2018. Studi komunitas makrozoobenthos di hutan mangrove Kecamatan Insana Utara Kabupaten Timor Tengah Utara. *J. Partner*, 23(2): 682–695.
- Lembaga Penelitian Unila. 2010. *Lampung Mangrove Center Pengelolaan Kolaboratif Hutan Mangrove Berbasis Pemerintah, Masyarakat dan Perguruan Tinggi*. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 19 hlm.
- Macintosh, D.J., Ashton, E.C., & Havanon, S. 2002. Mangrove rehabilitation and intertidal biodiversity: A study in the Ranong mangrove ecosystem, Thailand. *Estuarine, Coastal, and Shelf Science*, 55(1): 331–345.
- Magurran, A.E. 1988. *Ecological Diversity and Its Measurement*. Croom Helm. London. 178 hlm.
- Marpaung, A. A. F., Yasir I., & Ukkas Marzuki. 2013. Keanekaragaman makrozoobenthos di ekosistem mangrove Silvofishery dan mangrove alami kawasan ekowisata Pantai Beo Kecamatan Galesong, Kabupaten Takalar. *Bonorowo Wetlands*, 4(1):1-11.

- Marwoto, R.M. & Shintosari, A.M. 1999. *Pengelolaan Koleksi Gastropoda dan Bivalvia*. Puslitbang Biologi-LIPI, Jakarta. 208 hlm.
- Masruroh, L., & Insafitri. 2020. Pengaruh jenis substrat terhadap kerapatan vegetasi mangrove *Avicennia marina* di Kabupaten Gresik. *Jurnal Juvenil*, 1(2): 151-159.
- Meisaroh, Y., Restu, I. W., & Pebriani, D.A.A. 2018. Struktur komunitas makrozoobenthos sebagai indikator kualitas perairan di Pantai Serangan Provinsi Bali. *Journal of Marine and Aquatic Science*, 5(1): 36-43.
- Mujiono, N. 2008. Mudwhelks (Gastropoda: Potamididae) from mangroves of Ujung Kulon National Park, Banten. *Jurnal Biologi*, 13(2): 51-56.
- Nontji, A. 2007. *Laut Nusantara*. Djambatan. Jakarta. 372 hlm.
- Noor, Y., Khazali, M., & Suryadiputra. 2006. *Panduan Pengenalan Mangrove di Indonesia*. PHKA/WI-IP. Bogor. 220 hlm.
- Nuryanti, E., Adriman, & Fajri, N.E. 2017. Gastropods community structure in the mangrove ecosystem in the Teluk Buo, Bungus Sub-district, Teluk Kabung District, Padang, Sumatera Barat Province. *Jurnal Online Mahasiswa*, 4(2): 1-10.
- Nybakken, J.W. 1994. *Biologi Laut Suatu Pendekatan Ekologis*. Diterjemahkan oleh Eidman, H.M. Koesoebiono, & Bengen, D.G. PT. Gramedia Pustaka. Jakarta. 459 hlm.
- Odum, E. P. 1993. *Dasar-dasar Ekologi*. Gramedia. Jakarta. 697 hlm.
- Pechenik, J. A. 2005. *Biology of Invertebrates*. Higher Education. California. 590 hlm.
- Penha-Lopes, G., Torres, P., Cannicci, S., Narciso, L., & 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.
- Perera, G., & Walls, J.G. 1996. *Apple Snails in The Aquarium*. T.F.H. Publications inc. Neptune City. 121 hlm.
- Putra, A. K., 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.

- Rangan, J. K. 2010. Inventarisasi gastropoda di lantai hutan mangrove Desa Rap-rap, Kabupaten Minahasa Sulawesi Utara. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 4(1): 63-66.
- Ridwan, M., Fathoni, R., Fatihah, I., & Pangestu, D. A. 2016. Struktur komunitas makrozoobenthos di empat muara Sungai Cagar Alam Pulau Dua, Serang, Banten. *AlKauniah Jurnal Biologi*, 9(1): 57-65.
- Riniatsih, I., & Kustohartono, E.W. 2009. Substrat dasar dan parameter oseanografi sebagai penentu keberadaan gastropoda dan bivalvia di Pantai Sluke Kabupaten Rembang. *Ilmu Kelautan*, 14(1):50-59.
- Roberts, D., Soemodihardjo, S., & Kastoro, W.1982. *Shallow Water Marine Mollusca of North-West Java*. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Jakarta. 143 hlm.
- Romadhon. 2008. Kajian nilai ekologi melalui inventarisasi dan indeks nilai penting (INP) mangrove terhadap perlindungan lingkungan Kepulauan Kangean. *EM BRYO*, 5(1): 82-97.
- Rusnaningsih. 2012. *Struktur Komunitas Gastropoda dan Studi Populasi Cerithidea Obtusa (Lamarck 1822) di Hutan Mangrove Pangkal Babu Kabupaten Tanjung Jabung Barat, Jambi*. (Tesis). Universitas Indonesia. Depok. 50 hlm.
- Rusyana, A. 2011. *Zoologi Invertebrata*. Alfabeta. Bandung. 282 hlm.
- Safitri, E. 2003. *Struktur Komunitas Gastropoda (Molusca) di Hutan Mangrove Muara Sungai Donan Kawasan BKP H Rawa Timur KPH Banyumas, Cilacap Jawa Tengah*. (Skripsi). Institut Pertanian Bogor. Bogor. 56 hlm.
- Sari, D. M. 2021. *Estimasi Karbon Tersimpan di Hutan Mangrove Desa Sriminosari Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur*. (Skripsi). Universitas Raden Intan Lampung. Bandar Lampung. 72 hlm.
- Shanmugam, A., & Vairamani, S. 2008. Molluscs in mangrove. *A Case Study Centre of Advanced Study in Marine Biology*, 2(1): 371-382.
- Soedharma, D. 1994. Keanekaragaman makrozoobenthos dan hubungannya dengan kualitas lingkungan pesisir Teluk Lampung. *Jurnal Ilmu-ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia*, 2(2): 15-34.
- Sosia, Yudasakti, P., Rahmadhani, T., & Nainggolan, M. 2014. *Mangroves Siak dan Kepulauan Meranti*. Energi Mega Persada. Jakarta. 33 hlm.

- Suhardjono, & Rugayah. 2007. Keanekaragaman tumbuhan mangrove di Pulau Sepanjang, Jawa Timur. *Biodiversitas*, 8(1): 130-134.
- Sukarsono. 2009. *Ekologi Hewan*. UMM Press. Malang. 151 hlm.
- Sulawesty, F., & Badjori, M. 1999. *Struktur Komunitas Makrobenthos di Perairan S itu Cibuntu*. PUSLITBANG Biologi LIPI. Bogor. 96 hlm.
- Supranto, J. 2004. *Analisis Multivariat: Arti & Interpretasi*. Rineka Cipta. Jakarta. 359 hlm.
- Supriharyono. 2007. *Konservasi Ekosistem Sumberdaya Alam Hayati di Wilayah Pesisir dan Laut Tropis*. Pustaka Pelajar. Yogyakarta. 428 hlm.
- Suwondo, Febrita, E., & Sumanti, F. 2005. Struktur komunitas gastropoda pada ekosistem mangrove di Pulau Sipora Kabupaten Kepulauan Mentawai, Sumatera Barat. *Jurnal Biogenesis*, 2(1): 25-29.
- Syafikri, D. 2008. *Studi Struktur Komunitas Bivalvia dan Gastropoda di Perairan Muara Sungai Kerian dan Sungai Simbat Kecamatan Kaliwungu Kabupaten Kendal*. (Skripsi). Universitas Diponegoro. Semarang. 70 hlm.
- Syahrial, S., Larasati, C. E., Saleky, D., & Isma, M. F. 2020. Komunitas fauna makrozoobenthos di kawasan reboisasi mangrove Kepulauan Seribu: Faktor lingkungan, distribusi, ekologi komunitas, pola sebaran dan hubungannya. *Aquatic Sciences Journal*, 7(2): 87-97.
- Tan, S.K., & Clements, R. 2008. Taxonomy and distribution of the neritidae (mollusca: gastropoda) in Singapore. *Zoologi Studies*, 47(4): 481-494.
- Tapilatu, Y., & Pelasula, D. 2012. Biota penempel yang berasosiasi dengan mangrove di Teluk Ambon bagian dalam. *Jurnal Ilmu dan Kelautan Tropis*, 4(2): 267-279.
- Tarigan, M. S. 2008. Sebaran dan luas hutan mangrove di wilayah pesisir Teluk Pising Utara Pulau Kabaena Provinsi Sulawesi Tenggara. *Makara Sains*, 12(2): 108 -112.
- Tis'in, M. 2008. *Tipologi Mangrove dan Keterkaitannya dengan Populasi Gastropoda Littorina neritoides di Kepulauan Tanakeke, Kabupaten Takalar, Sulawesi Selatan*. (Tesis). Institut Pertanian Bogor. Bogor. 81 hlm.
- Turra, A., & Denadai, M.R. 2006. Microhabitat use by two rocky shore gastropods in an intertidal sandy substrate with rocky fragments. *Journal Biology*, 66(1): 351-355.

- Ulum, M. M., Widianingsih, & Hartati, R. 2012. Komposisi dan kelimpahan makrozoobentos krustasea di kawasan vegetasi mangrove Kel. Tugurejo, Kec. Tugu. Semarang. *Journal of Marine Research*, 1(2): 243–251.
- Wailisa, R., Putuhena, J.D., & Soselisa. 2022. Analisis kualitas air di hutan mangrove Pesisir Negeri Amahai Kabupaten Maluku Tengah. *Jurnal Hutan Pulau-Pulau Kecil*, 6(1): 57-71.
- Wijayanti, H. 2007. *Kajian Kualitas Perairan di Pantai Kota Bandar Lampung Berdasarkan Komunitas Hewan Makrobenthos*. (Tesis). Universitas Diponegoro. Semarang. 87 hlm.
- Wilhm, J.L., & Dorris, T.C. 1968. Biological Parameters for Water Quality Criteria. *Bio Scientific Publication*. London, 18(1): 477-481.
- Wilhm, J.L. 1975. *Biological Indicators of Pollution*. Blackwell Scientific Publication. Oxford. 402 hlm.
- Yuliasuti, E. 2011. *Kajian Kualitas Air Sungai Ngringo Karanganyar dalam Upaya Pengendalian Pencemaran Air*. (Tesis). Universitas Diponegoro. Semarang. 103 hlm.
- Zar, J.H. 1974. *Biostatistical analysis*. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs. 620 hlm.
- Zullheri, D., Irawan, H., & Muzahar. 2014. Keanekaragaman gastropoda pada ekosistem mangrove dan lamun Pulau Dompok Kota Tanjungpinang. *Repository FIKP UMRAH*, 1(1): 1-11.