

**STRUKTUR KOMUNITAS MAKROALGA PADA EKOSISTEM LAMUN  
DI PANTAI PANCUR PERMAI, KABUPATEN  
PESAWARAN, LAMPUNG**

**SKRIPSI**

**Oleh**

**GALIH RAKA SIWI  
1914221008**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2025**

**STRUKTUR KOMUNITAS MAKROALGA PADA EKOSISTEM LAMUN  
DI PANTAI PANCUR PERMAI, KABUPATEN  
PESAWARAN, LAMPUNG**

**Oleh**

**GALIH RAKA SIWI**

**Skripsi**

**Sebagai Salah Satu untuk Mencapai Gelar  
SARJANA SAINS**

**Pada**

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



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2025**

## ABSTRAK

### STRUKTUR KOMUNITAS MAKROALGA PADA EKOSISTEM LAMUN DI PANTAI PANCUR PERMAI, KABUPATEN PESAWARAN, LAMPUNG

Oleh

GALIH RAKA SIWI

Makroalga dan lamun hidup di habitat pesisir yang sama. Keduanya memiliki interaksi hubungan yang kompleks satu sama lain. Pantai Pancur Permai merupakan salah satu lokasi yang memiliki makroalga melimpah pada ekosistem lamun. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis struktur komunitas makroalga dan menganalisis hubungan antara kelimpahan makroalga, kerapatan lamun, dan kualitas perairan di Pantai Pancur Permai. Pengambilan data makroalga dan lamun menggunakan metode transek garis dengan sampling kuadran pada 9 transek pengamatan dengan karakteristik berbeda (alami, dekat tambak, dan daerah wisata). Analisis data menggunakan analisis deskriptif dan analisis komponen utama. Jenis makroalga yang ditemukan terdiri atas 8 spesies, yaitu *Halimeda opuntia*, *Halimeda makroloba*, *Caulerpa racemosa*, *Caulerpa taxifolia*, *Padina australis*, *Sargassum crassifolium*, *Sargassum olygocytum*, dan *Turbinaria ornata*. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa indeks keanekaragaman yang diperoleh sebesar 1,40 dikategorikan rendah, indeks keseragaman sebesar 0,74 dikategorikan merata, dan indeks dominansi sebesar 0,33 dikategorikan stabil. Hasil analisis komponen utama menunjukkan kelimpahan makroalga memiliki korelasi negatif dengan kerapatan lamun di Pantai Pancur Permai. Interaksi antara komunitas makroalga dengan lamun menunjukkan makroalga dan lamun dapat hidup berdampingan. Namun, pertumbuhan lamun lebih baik dibandingkan makroalga pada perairan Pantai Pacur Permai

Kata Kunci: Lamun, Makroalga, Parameter Kualitas Perairan, Struktur Komunitas

## ABSTRACT

### THE COMMUNITY STRUCTURE OF MACROALGAE IN SEAGRASS MEADOW OF PANCUR PERMAI BEACH, PESAWARAN REGENCY, LAMPUNG

By

GALIH RAKA SIWI

Macroalgae and seagrasses live in the same coastal habitats. They have a complex interaction with each other. Pancur Permai Beach is one of the locations that has abundant macroalgae in seagrass ecosystems. The aimed the study of the analyzed the structure of macroalgae community and analyzed correlation between abundance of macroalgae, seagrass density, and water quality in Pancur Permai Beach. Macroalgae and seagrass data were collected using the line transect method with quadrant sampling on 9 observation transects with different characteristics (natural, near ponds, and tourist areas). Data analysed using descriptive analysis and principal component analysis The result showed there were eight types of macroalgae namely, *Halimeda opuntia*, *Halimeda macroloba*, *Caulerpa racemosa*, *Caulerpa taxifolia*, *Padina australis*, *Sargassum crassifolium*, *Sargassum olygocytum*, and *Turbinaria ornata*. The results of this study indicate that the diversity index obtained was 1.40, which is categorized as low, and the uniformity index was 0.74 and categorized as stable and dominance index value was 0,33 categorized as stable. The results of principal component analysis showed that macroalgae abundance has a negative correlation with seagrass density at Pancur Permai Beach. The interaction between macroalgae communities and seagrass indicates that macroalgae and seagrass can coexist. However, seagrass exhibits better growth compared to macroalgae in the waters of Pacur Permai Beach.

Keywords: Community structure, Macroalgae, Seagrasses, Water Quality Parameter

Judul : STRUKTUR KOMUNITAS  
MAKROALGA PADA EKOSISTEM  
LAMUN DI PANTAI PANCUR  
PERMAI, KABUPATEN PESAWARAN,  
LAMPUNG

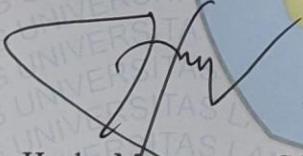
Nama : Galih Raka Siwi

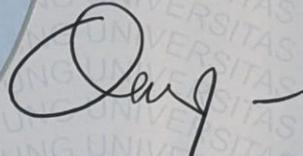
Nomor Pokok Mahasiswa : 1914221008

Program Studi : Ilmu Kelautan

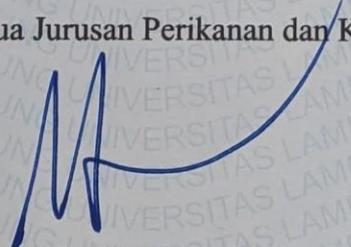
Fakultas : Pertanian



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

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

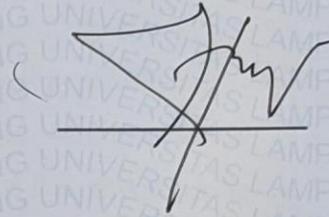
2. Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan

  
Munti Sarida, S.Pi., M.Sc., Ph.D.  
NIP. 198309232006042001

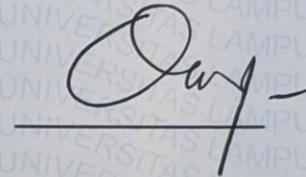
**MENGESAHKAN**

**1. Tim Penguji**

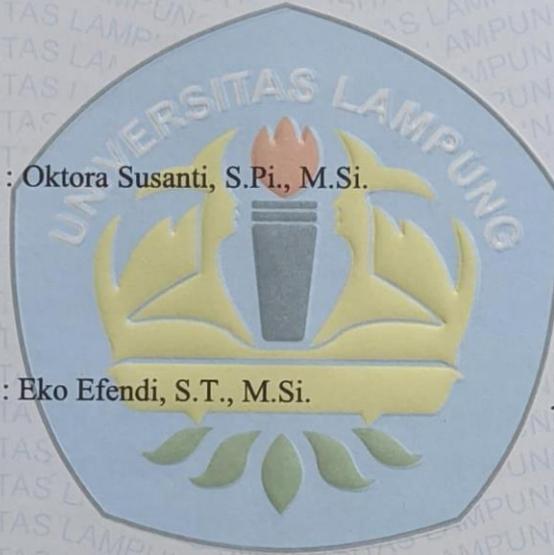
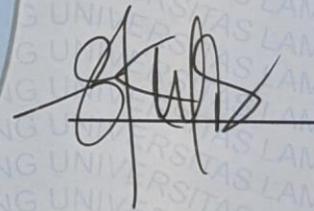
**Ketua** : Dr. Henky Mayaguezz, S.Pi., M.T.



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



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



**2. Dekan Fakultas Pertanian**



**Dr. Iku Kuswanta Futas Hidayat, M.P.**  
NIP. 196411181989021002

**Tanggal lulus ujian skripsi: 24 April 2025**



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
FAKULTAS PERTANIAN  
JURUSAN PERIKANAN DAN KELAUTAN

Prof. Dr. Sumantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung 35145 Telp (0721) 704946 Fax (0721) 770347

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah skripsi yang berjudul **“Struktur Komunitas Makroalga pada Ekosistem Lamun di Pantai Pancur Permai, Kabupaten Pesawaran, Lampung”** tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh pihak lain untuk mendapatkan karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebut dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata dalam naskah skripsi ini ditemukan dan terbukti terdapat unsur-unsur fabrikasi, falsifikasi, plagiat dan konflik kepentingan saya bersedia skripsi ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (S1) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan Pasal 70).

Bandar Lampung, 23 Mei 2025

Yang membuat pernyataan



Galih Raka Siwi  
NPM. 1914221008

## **RIWAYAT HIDUP**

Penulis dilahirkan di Kotabumi, Kabupaten Lampung Utara, Provinsi Lampung, pada tanggal 29 Maret 2001 sebagai anak dari pasangan suami istri Bapak Achmad Ansyori dan Ibu Wiwik Suyanti. Penulis menempuh pendidikan formal dari Taman Kanak-kanak Aisyah Cempedak, Kotabumi, Lampung pada tahun 2006-2007, lalu melanjutkan pendidikan dasar di SD Negeri 2 Kotabumi pada tahun 2007-2013, dilanjutkan ke pendidikan menengah pertama di SMPN 11 Kotabumi pada tahun 2013-2016, dan pendidikan menengah atas di SMAN 1 Kotabumi pada tahun 2016-2019.

Penulis kemudian melanjutkan pendidikan ke jenjang pendidikan tinggi di Program Studi Ilmu Kelautan, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada tahun 2019. Penulis aktif pada organisasi UKM Tapak Suci Universitas Lampung sebagai kepala Departemen media sosial masyarakat dan pernah aktif pada organisasi Himpunan Mahasiswa Perikanan dan Kelautan (HIMAPIK) sebagai anggota pada periode 2021-2022.

Penulis aktif juga pada organisasi Badan Eksekutif Mahasiswa (BEM) Fakultas Pertanian sebagai Staff Ahli pada tahun 2022. Penulis mengikuti Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Kubu Perahu, Kecamatan Balik Bukit, Kabupaten Lampung Barat, Provinsi Lampung selama 40 hari pada bulan Januari-Februari 2023. Penulis juga telah melaksanakan kegiatan Praktik Umum Loka Pengelolaan Sumber Daya Pesisir dan Laut Serang, Kabupaten Pandeglang, Banten.

Untuk orang tua tercinta, Ibu Wiwik Suyanti dan Bapak Achmad Ansyori,  
yang tiada henti selalu mendoakan yang terbaik.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis ucapkan ke hadirat Tuhan yang Maha Esa, karena atas rahmat dan hidayah-Nya skripsi ini dapat diselesaikan.

Skripsi dengan judul “*Struktur Komunitas Makroalga pada Ekosistem Lamun di Pantai Pancur Permai, Kabupaten Pesawaran, Lampung*” adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Sains di Universitas Lampung.

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P. selaku Dekan FP Unila;
2. Munti Sarida, S. Pi. M.Sc. Ph.D. selaku Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan;
3. Dr. Henky Mayaguezz, S. Pi., M. T. selaku Dosen Pembimbing Utama;
4. Oktora Susanti, S. Pi., M. Si. selaku Dosen Pembimbing Pembantu/Sekretaris;
5. Eko Efendi, S. T., M. Si. selaku Penguji Utama;
6. Dr. Henky Mayaguezz, S. Pi., M. T. selaku Dosen Pembimbing Akademik;
7. Achmad Ansyori dan Wiwik Suyanti selaku kedua orang tua.

Semoga segala kebaikan mereka diterima oleh Allah SWT. Penulis berharap penyusunan skripsi dapat bermanfaat dalam memberikan informasi kepada para pembaca. Penulis juga menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan skripsi, maka segala saran dan kritik yang membangun sangat dibutuhkan oleh penulis.

Bandar Lampung, 3 Juni 2025

**Galih Raka Siwi**

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	viii
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan Penelitian .....	2
1.3 Manfaat Penelitian .....	3
1.4 Kerangka Pemikiran.....	3
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
2.1 Struktur Komunitas .....	5
2.2 Makroalga .....	5
2.2 Klasifikasi Makroalga .....	6
2.2.1 Alga Hijau (Chlorophyta) .....	6
2.2.2 Alga Cokelat (Phaeophyta) .....	7
2.2.3 Alga Merah (Rhodophyta) .....	8
2.3 Ekosistem Lamun.....	9
2.4 Klasifikasi Lamun .....	9
2.5 Faktor Lingkungan.....	12
2.5.1 Suhu .....	12
2.5.2 Salinitas.....	12
2.5.3 pH.....	13
2.5.4 Kecerahan .....	13
2.5.5 DO ( <i>Dissolved Oxygen</i> ) .....	13
2.5.6 Kecepatan Arus .....	14
2.5.7 Tipe Substrat .....	14
2.5.8 Fosfat (PO <sub>4</sub> ) .....	14
2.5.9 Nitrat (NO <sub>3</sub> ) .....	14
2.6 Interaksi Makroalga dengan Lamun .....	15
<b>III. METODE PENELITIAN</b> .....	16
3.1 Waktu dan Tempat .....	16
3.2 Alat dan Bahan.....	17
3.3 Prosedur Penelitian .....	17

3.3.1 Penentuan Stasiun Penelitian .....	17
3.3.2 Pengamatan Lamun.....	18
3.3.3 Pengamatan Makroalga.....	18
3.3.4 Sampling makroalga dan Lamun .....	19
3.3.5 Pengukuran Parameter Kualitas Perairan.....	19
3.3.6 Pengambilan Sampel Substrat.....	20
3.4 Analisis Data .....	20
3.4.1 Struktur Komunitas Makroalga .....	21
3.4.2 Ekosistem Lamun .....	24
3.4.3 Hubungan Komunitas Makroalga dengan Ekosistem Lamun .....	25
3.4.4 <i>Principal Component Analysis</i> (PCA).....	25
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	27
4.1 Struktur Komunitas Makroalga.....	27
4.1.1 Komposisi Jenis Makroalga.....	27
4.1.2 Tipe Substrat .....	27
4.1.3 Distribusi Jenis Makroalga .....	28
4.1.4 Pola Sebaran Makroalga .....	30
4.1.5 Indeks Ekologi Makroalga.....	31
4.2 Ekosistem Lamun.....	33
4.2.1 Komposisi dan Distribusi Jenis Lamun .....	33
4.2.2 Kerapatan Lamun.....	35
4.2.3 Persentase Penutupan Lamun .....	36
4.3 Hubungan antara tutupan Makroalga dengan tutupan Lamun .....	37
4.4 Parameter Kualitas Perairan.....	39
4.5 Analisis PCA ( <i>Principal Component Analysis</i> ).....	41
<b>V. SIMPULAN DAN SARAN</b> .....	45
5.1 Kesimpulan .....	45
5.2 Saran.....	45
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	47
<b>LAMPIRAN</b> .....	53

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Contoh spesies lamun yang terdapat di Indonesia .....	10
2. Alat penelitian .....	17
3. Bahan penelitian.....	17
4. Klasifikasi ukuran sedimen .....	20
5. Kategori indeks morisita .....	22
6. Kategori indeks keanekaragam ( $H'$ ).....	23
7. Skala kondisi kerapatan lamun.....	24
8. Kategori persentase penutupan lamun .....	25
9. Komposisi jenis makroalga di Pantai Pancur Permai .....	27
10. Pola sebaran makroalga.....	30
11. Komposisi jenis lamun di Pantai Pancur Permai .....	34
12. Karakteristik parameter kualitas perairan fisika dan kimia.....	39
13. Analisis nilai <i>eigenvalue</i> .....	42

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka pikir.....	4
2. Alga hijau ( <i>Halimeda macroloba</i> ) .....	7
3. Alga coklat ( <i>Padina australis</i> ).....	8
4. Alga merah ( <i>Amphiroa fragilissima</i> ) .....	9
5. Produktifitas dalam gram karbon meter per tahun.....	15
6. Peta lokasi penelitian .....	16
7. Skema titik transek pengambilan data.....	18
8. Ilustrasi penentuan titik plot pengambilan data .....	19
9. Persentase struktur substrat pantai pancur permai .....	28
10. Distribusi keberadaan jenis-jenis makroalga .....	29
11. Nilai indeks keanekaragaman makroalga.....	31
12. Nilai indeks keseragaman makroalga.....	32
13. Nilai indeks dominansi makroalga.....	33
14. Distribusi keberadaan jenis-jenis lamun .....	35
15. Kerapatan lamun .....	36
16. Persentase penutupan lamun .....	37
17. Persentase tutupan makroalga dan lamun .....	38
18. Analisis hubungan antara tutupan lamun (X) dengan tutupan makroalga (Y) 38	
19. Garis lurus atau linier .....	42
20. Analisis keberadaan variabel antara komponen utama 1 dengan 2.....	43

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Hasil analisis data struktur komunitas makroalga.....	54
2. Data hasil kerapatan dan penutupan lamun.....	55
3. Hasil laboratorium nitrat dan fosfat .....	56
4. Dokumentasi kegiatan.....	59
5. Jenis-jenis makroalga .....	60
6. Dokumentasi jenis-jenis lamun .....	62
7. Hasil indeks morisita dan uji regresi linier .....	63
8. Hasil analisis <i>Principal Component Analysis</i> (PCA).....	64

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perairan Indonesia memiliki sumber daya laut yang berpotensi besar untuk dimanfaatkan, salah satunya yaitu makroalga. Makroalga merupakan tumbuhan laut tingkat rendah berklorofil yang dapat melakukan proses fotosintesis dengan bantuan cahaya matahari, yang memiliki fungsi sebagai tempat pembesaran dan pemijahan biota-biota laut mencegah pergerakan substrat, dan sebagai penyaring air (Dwimayasanti & Kurnianto, 2018).

Makroalga yang dikenal juga sebagai rumput laut merupakan tumbuhan talus (thallophyta) dimana organ-organ berupa akar, batang dan daunnya tidak sejati. Makroalga hidup menempel pada cangkang moluska, kayu, lumpur berpasir, batu, karang mati, makroalga jenis lain dan pada tumbuhan lain (Resky, 2017). Keberadaan dan pertumbuhan makroalga dipengaruhi oleh faktor lingkungan diantaranya ketersediaan nutrisi (nitrat dan fosfat), salinitas, suhu, substrat, arus, dan cahaya (Rosdiana et al., 2017).

Makroalga dapat berinteraksi dengan ekosistem lamun yang beradaptasi pada habitat yang cenderung sama (daerah pasang surut). Interaksi yang terjadi antara makroalga dengan ekosistem lamun cenderung kearah persaingan dalam menempati ruang dan memanfaatkan unsur hara di perairan. Menurut penelitian yang dilakukan Duarte (2017), makroalga memiliki produktifitas antara 91-552 gr C m/tahun. Sedangkan lamun berkisar antara 394-449 gr C m/tahun. Hal ini menunjukkan bahwa produktifitas dari komunitas makroalga cenderung lebih besar dibandingkan dengan produktifitas lamun, sehingga dapat terjadi persaingan antara makroalga dan lamun.

Wilayah laut kabupaten Pesawaran memiliki persyaratan cukup baik bagi pertumbuhan vegetasi lamun. Makroalga hidup di perairan pesisir yang memiliki

kondisi perairan yang bersih, dasar berpasir dan dangkal. Wilayah perairan ini memiliki intensitas cahaya matahari yang baik sepanjang tahun. Ekosistem padang lamun di beberapa daerah pesisir Pesawaran secara alamiah berperan penting untuk perkembangbiakan berbagai organisme laut (Dinas Perikanan Kabupaten Pesawaran, 2022).

Salah satu perairan yang memiliki ekosistem padang lamun dan komunitas makroalga yaitu perairan pantai Pancur Permai. Namun pada perairan pantai ini sudah berkembang berbagai aktivitas ekonomi, salah satunya adalah tambak budidaya udang. Kegiatan wisata pantai juga mulai menggeliat di samping keberadaan pemukiman penduduk. Perkembangan aktivitas sosial ekonomi ini tentunya berpengaruh terhadap ekosistem pesisir dan biota asosiasinya. Lebih lanjut, saat ini data terkait dengan keberadaan makroalga pada ekosistem lamun di pantai Pancur Permai masih belum tersedia. Ketersediaan data tersebut dapat membantu dalam penyusunan kebijakan terkait pengelolaan secara ekologis dan ekonomis terhadap makroalga dalam ekosistem lamun. Oleh sebab itu, perlu dilakukan penelitian mengenai struktur komunitas makroalga pada ekosistem lamun di perairan pantai Pancur Permai.

## **1.2 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. menganalisis struktur komunitas makroalga di kawasan ekosistem lamun di Pantai Pancur Permai
2. mendeskripsikan kondisi kualitas air dan sedimen di Pantai Pancur Permai
3. menganalisis interaksi komunitas makroalga dengan kondisi lamun di pantai Pancur Permai
4. menganalisis hubungan antara kelimpahan makroalga, kerapatan lamun, sedimen, dan parameter kualitas perairan di Pantai Pancur Permai

### 1.3 Manfaat Penelitian

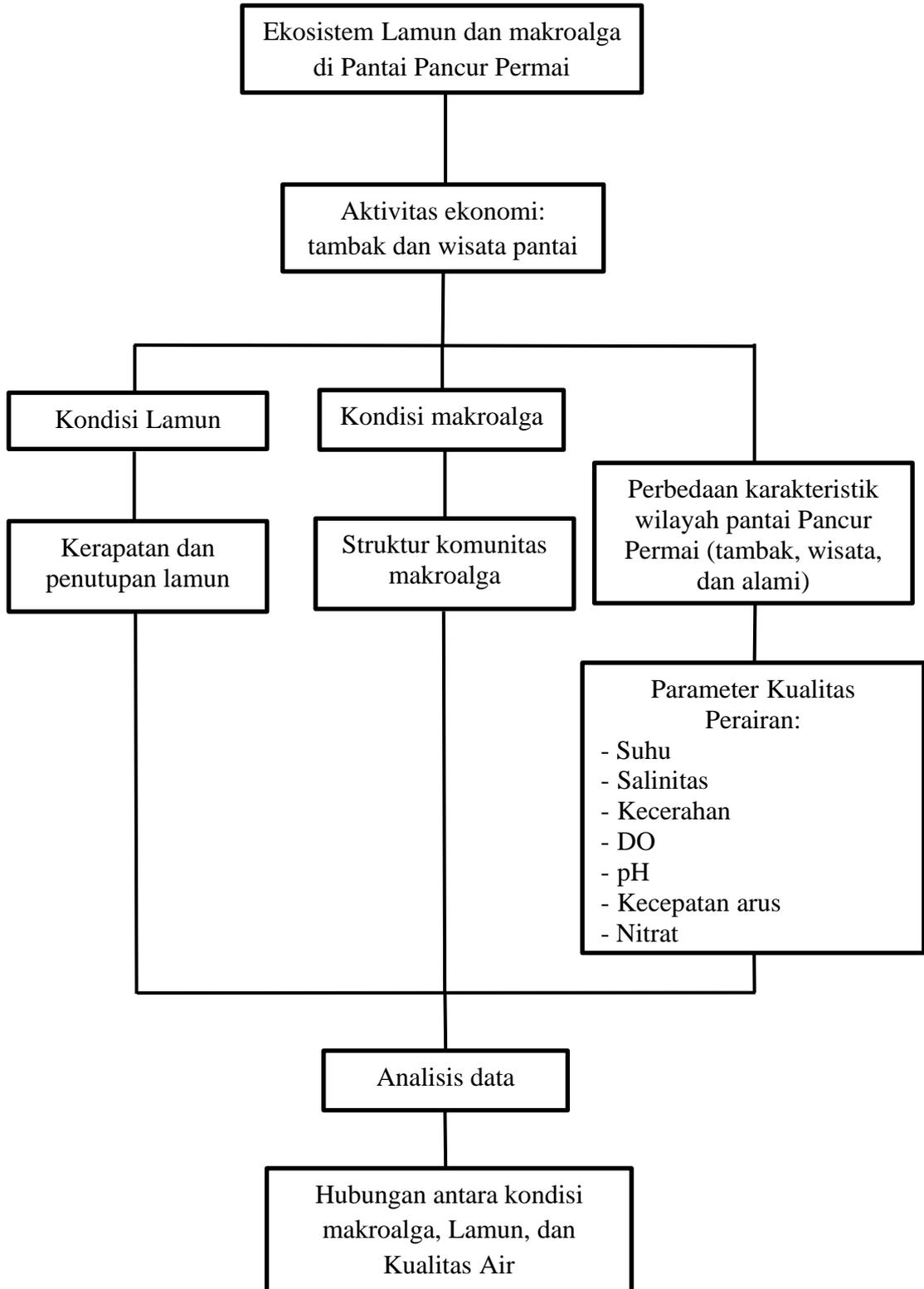
Manfaat penelitian yaitu dapat menjadi acuan dan informasi mengenai kondisi dan jenis makroalga di pantai Pancur Permai serta keterkaitannya dengan habitat ekosistem lamun dan kualitas air.

### 1.4 Kerangka Pemikiran

Pantai Pancur Permai mempunyai salah satu ekosistem pendukung pesisir yaitu ekosistem lamun. Pada area ekosistem lamun juga ditemukan berbagai jenis makroalga. Komunitas makroalga pada ekosistem lamun diduga memiliki hubungan keterkaitan antara satu dan lainnya. Sementara itu disekitar Pantai Pancur Permai terdapat berbagai kegiatan manusia yaitu tambak udang dan wisata pantai. Beberapa bagian Pantai juga masih menyisakan area yang masih alami atau belum tersentuh aktivitas manusia. Kondisi dan kualitas perairan sebagai dampak kegiatan manusia pada pantai Pancur Permai tersebut akan memiliki pengaruh terhadap komunitas makroalga dan ekosistem lamun.

Pengaruh kegiatan manusia pada wilayah pesisir tersebut dapat berpengaruh terhadap lingkungan perairan Pantai Pancur Permai. Pengaruhnya pada ekosistem lamun dan makroalga dapat dipantau melalui indeks ekologi. Indeks ekologi pada makroalga terdiri dari keanekaragaman, keseragaman, kelimpahan dan dominansi. Indeks ekologi lamun dan makroalga saling berterkaitan dengan kualitas air pada pantai Pancur Permai. Hubungan yang terjadi antar organisme dengan lingkungannya merupakan proses yang kompleks, karena setiap komponen lingkungan tidak berdiri sendiri melainkan berhubungan serta saling memengaruhi secara langsung atau tidak langsung. Hubungan antara lamun, makroalga dan kualitas air didapat dari hasil analisis PCA (*Principal Component Analysis*).

Hubungan yang terjadi dapat meningkatkan atau menurunkan salah satu komponen pada lamun, makroalga dan kualitas air. Berdasarkan hal tersebut, kerangka pikir dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka Pikir

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Struktur Komunitas

Struktur komunitas merupakan ilmu yang mempelajari tentang susunan atau komposisi spesies dan kelimpahannya dalam suatu ekosistem (Schowalter, 2006). Struktur komunitas, mempunyai beberapa indeks ekologi yang meliputi indeks keanekaragaman, indeks keseragaman dan dominansi. Menurut Latuconsina (2016), ketiga indeks ini saling berkaitan saling dan mempengaruhi.

Keanekaragaman jenis merupakan parameter yang biasa digunakan dalam mengetahui kondisi suatu komunitas tertentu, parameter ini mencirikan kekayaan jenis dan keseimbangan dalam suatu komunitas (Hidayat, 2017). Indeks keseragaman menunjukkan pola sebaran biota seragam atau tidak. Jika nilai indeks relatif tinggi maka keberadaan setiap jenis biota di perairan dalam kondisi merata (Saragih dan Erizka, 2018). Indeks dominansi (C) adalah parameter yang menyatakan tingkat terpusatnya dominansi (penguasa) spesies dalam suatu komunitas dimana semakin kecil nilai indeks dominansi maka menunjukkan tidak adanya spesies yang mendominasi sebaliknya semakin besar dominansi maka menunjukkan adanya spesies tertentu yang mendominasi dalam suatu komunitas (Odum, 1993).

### 2.2 Makroalga

Makroalga atau lebih dikenal dengan rumput laut (*seaweed*) merupakan protista menyerupai tumbuhan yang hidupnya melekat atau menancap pada substrat dasar perairan. Menurut pernyataan Ira (2018), makroalga dapat tumbuh dan berkembangbiak di perairan pasang surut (intertidal) dan perairan yang selalu terendam air (subtidal). Makroalga tumbuh pada substrat dan tumbuh rimbun sehingga mampu memberikan perlindungan terhadap ombak dan juga menjadi makanan bagi biota laut.

Bentuk *thallus* (organ-organ berupa akar, batang, daunnya belum terdiferensiasi dengan jelas) makroalga bermacam-macam, antara lain bulat seperti tabung, pipih, gepeng, dan bulat seperti kantong. Percabangan *thallus* ada yang di *chotomous* (bercabang dua terus menerus), *pectinate* (berderet searah pada satu sisi talus utama), *pinnate* (bercabang dua-dua pada sepanjang talus utama secara berselang seling), *ferticillate* (cabangnya berpusat melingkari aksis atau sumbu utama dan adapula yang sederhana dan tidak bercabang) (Aslan, 1998).

Makroalga pada umumnya tersebar di daerah intertidal dan subtidal, daerah diantara garis pantai sampai ke tubir (reef slope) atau biasa disebut daerah rataan terumbu (reef flats). Daerah yang dimaksud masih memperoleh cahaya yang cukup, sehingga proses fotosintesis dapat berlangsung. Makroalga memiliki kemampuan menyerap nutrisi berupa fosfor dan nitrogen dari lingkungan sekitar perairan sehingga tumbuhan laut ini dapat dijadikan sebagai bioindikator sekaligus filter kondisi perairan (Kasim, 2016). Makroalga dibagi menjadi tiga divisi yaitu, alga hijau (Chlorophyta), Alga Cokelat (Phaeophyta), dan alga merah (Rhodophyta).

## 2.2 Klasifikasi Makroalga

### 2.2.1 Alga Hijau (Chlorophyta)

Alga hijau merupakan kelompok terbesar dari vegetasi alga yang termasuk dalam divisi Chlorophyta. Perbedaan dengan divisi lainnya karena memiliki warna hijau yang jelas seperti pada tumbuhan tingkat tinggi karena mengandung pigmen klorofil a dan b, karotin dan xantofil, violasantin dan lutein. Alga Hijau merupakan alga eukariotik yang terdiri dari dua kelas, yaitu *Chlorophyceae* dan *Charophyceae*. Alga hijau yang bernilai ekonomis tinggi diantaranya *Eucheuma cottonii*, *Eucheuma spinosum*, *Glacilaria sp*, dan *Gelidium sp*. Pada bidang industri, alga hijau memiliki banyak peran, yaitu sebagai bahan baku industri kosmetik, farmasi, dan dapat diolah menjadi beragam jenis makanan, diantaranya agar-agar dan permen (Fithriani, 2009).

Pada penelitian yang dilakukan Riniatsih (2017) di pulau Kandang Balak dan Rimau Balak, Lampung Selatan ditemukan 8 jenis makroalga dari famili

Chlorophyceae yaitu: *Caulerpa racemosa*, *C. serrulata*, *Caulerpa sp.*, *Halimeda macroloba*, *H. micronesia*, *Neomaris annulata*, *Udotea sp.*, dan *Codium sp.* Contoh gambar spesies *Halimeda macroloba* ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Alga Hijau (*Halimeda macroloba*)

### 2.2.2 Alga Cokelat (Phaeophyta)

Alga coklat merupakan alga yang memiliki pigmen coklat yaitu fukosantin. Fukosantin pada alga coklat menyelubungi warna hijau dari klorofil pada jaringan tubuh alga. Alga coklat memiliki bentuk berupa filamen, lembaran atau pita. Alga coklat umumnya ditemukan pada perairan pantai berbatu dengan wilayah antara pasang-surut yang disebut juga zona intertidal. Alga coklat merupakan alga yang paling kompleks dari segi anatomi dan morfologinya, beberapa jauh lebih kompleks (Grolier, 2000).

Menurut Gazali et al., (2018), Kandungan seperti alginat, florotannin, fukosantin, vitamin dan mineral merupakan zat aktif di alga coklat yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan pelembab. Alginat bersifat hidrofilik sehingga dapat berfungsi sebagai bahan pengental, pengatur keseimbangan, pengelusi dan lapisan tipis terhadap minyak. Terdapat sekitar 40% kandungan alginat pada setiap kilogram alga coklat kering. Sedangkan florotanin dan fukosantin berfungsi sebagai antioksidan.

Pada penelitian yang dilakukan Riniatsih (2017) di pulau Kandang Balak dan Rimau Balak, Lampung Selatan ditemukan 3 jenis makroalga dari famili

Phaeophyceae yaitu: *Dictyota dichotoma*, *Padina australis*, dan *Turbinaria ornata*. Berikut contoh spesies *Padina boergesenii* ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Alga Coklat (*Padina australis*)

### 2.2.3 Alga Merah (Rhodophyta)

Alga merah merupakan kelompok alga yang spesiesnya memiliki berbagai bentuk daun dengan variasi warna. Ukuran *thallus* pada alga merah umumnya tidak begitu besar, dan bentuk *thallus* silindris, gepeng dan lembaran. Sistem percabangannya ada yang sederhana (berupa filamen) dan ada berupa percabangan kompleks. Alga ini mengandung klorofil a dan d serta mengandung pigmen fotosintetik berupa fikoeritrin, karoten, xantofil, dan fikobilin yang menyebabkan warna merah pada alga tersebut (Dawes, 1981).

Alga merah (Rhodophyceae) merupakan salah satu organisme laut yang dapat menyediakan sumber bahan alam dalam jumlah yang melimpah dan mudah untuk dibudidayakan. Berbagai bahan aktif dari alga telah ditemukan penggunaannya seperti antibakteri antivirus, antijamur, sitotoksik, antialga dan lainnya (Fattah et al., 2012).

Penelitian yang dilakukan Riniatsih (2017) di pulau Kandang Balak dan Rimau Balak, Lampung Selatan ditemukan 1 jenis makroalga dari famili Rhodophyceae yaitu, *Amphiroa fragilissima*. Berikut contoh Alga merah (Rhodophyceae) ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Alga merah (*Amphiroa fragilissima*)  
Sumber: Riniatsih (2017)

### 2.3 Ekosistem Lamun

Padang lamun merupakan ekosistem perairan dangkal yang kompleks, memiliki produktivitas hayati yang tinggi. Oleh karena itu padang lamun merupakan sumberdaya laut yang penting baik secara ekologis maupun secara ekonomis. Fungsi ekologis padang lamun diantaranya adalah sebagai daerah asuhan, daerah pemijahan, daerah mencari makan, dan daerah untuk mencari perlindungan berbagai jenis biota laut seperti ikan, krustasea, moluska, echinodermata, dan sebagainya. Tumbuhan padang lamun itu sendiri merupakan makanan penting dugong dan penyu hijau (Rahman, 2017).

Banyak diantara biota laut yang memiliki nilai penting secara komersil dan rekreasi, pada studi tertentu dalam siklus hidupnya sangat bergantung pada keberadaan ekosistem padang lamun. Seiring dengan meningkatnya aktivitas industri dan pembangunan di wilayah pesisir, maka tekanan ekologis terhadap ekosistem padang lamun juga meningkat, akibatnya berdampak terhadap rusaknya ekosistem tersebut dan menurunnya peranan-peranan ekologis yang diperankannya (Tangke, 2010).

### 2.4 Klasifikasi Lamun

Lamun merupakan tumbuhan laut berbunga yang morfologinya terdiri dari rhizoma, daun, dan akar sejati yang terendam dilaut dan beradaptasi penuh terha-

dap salinitas air laut yang cukup tinggi. Rhizoma lamun sering terbenam dibawah substrat dan memiliki peran utama untuk reproduksi secara *vegetative* (Rahman, 2017). Rhizoma terbenam, merayap mendatar, serta berbuku-buku tumbuh batang pendek yang tegak keatas. Lamun dalam tumbuhan hanya terdapat satu bunga jantan atau satu bunga betina (Azkab, 2006).

Menurut data KKP, distribusi lamun di Indonesia sampai saat sekarang tercatat ada 13 spesies lamun. Ketiga belas jenis lamun ini tergolong pada 2 famili dan 7 genus. Ketujuh genus ini terdiri dari 3 genus dari family Hydrocharitaceae yaitu *Enhalus acroides*, *Thalassia hemprichi* dan *Halophila*, dan 4 genus dari family Potamogetonaceae yaitu *Syringodium*, *Cymodocea*, *Halodule* dan *Thalassodendron*. Ketiga belas spesies tersebut, yakni *Cymodocea rotundata*, *Cymodocea serrulata*, *Enhalus acroides*, *Syringodium isoetifolium*, *Thalassia hemprichi*, *Thalassodendron ciliatum*, *Halodule pinifolia*, *Halodule uninervis*, *Halophila decipiens*, *Halophila minor*, *Halophila ovalis*, *Halophila spinulosa*, *Halophila sulawessi*. Adapula ciri-ciri spesies lamun berdasarkan sumber KKP yang tersaji pada Tabel 1.

Tabel 1. Contoh spesies lamun yang terdapat di Indonesia (sumber: kkp.go.id)

No	Spesies Lamun	Ciri-ciri
1	<i>Thalassodendrom ciliatum</i> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rhizoma yang sangat keras dan berkayu, terdapat ligule, akar berjumlah 1-5, ujung daun membentuk seperti gigi, dan helaian daunnya lebar serta pipih</li> <li>- Daun berbentuk sabit dan agak menyempit pada bagian pangkalnya</li> </ul>
2	<i>Halodule pinifolia</i> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Daun pipih sangat panjang panjang sekitar 6,9-15,2 cm tapi berukuran kecil dan sangat sempit dengan lebar sekitar 0,1-0,2 cm dan ujung daun agak membulat.</li> <li>- Satu urat tengah daun jelas.</li> <li>- Setiap tegakan terdapat 1-2 helai daun.</li> </ul>

No	Spesies Lamun	Ciri-ciri
3	<i>Enhalus acoroides</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Akar berbentuk seperti tali, berjumlah banyak dan tidak bercabang</li> <li>- Panjangnya antara 18,50 – 157,65 mm dan diameternya antara 3,00 – 5,00 mm</li> <li>- Bentuk daun seperti pita, tepinya rata dan ujungnya tumpul, panjangnya antara 65,0 – 160,0 cm dan lebar antara 1,2 – 2,0 cm (termasuk lamun berukuran besar)</li> <li>- Tumbuh terpencair atau kumpulan individu yang rapat</li> </ul>
4	<i>Thalasia hemprichii</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Daun berbentuk seperti pita dan tumbuh agak melengkung berbentuk seperti sabit yang tebal</li> <li>- Tiap tegakan rata-rata terdiri 3 helai daun</li> <li>- Mempunyai batang dengan pelepah daun yang menyelimuti dan akar serta rhizoma berbentuk seperti saluran.</li> </ul>
5	<i>Syringidium isoetifolium</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Akar tiap nodus majemuk dan bercabang, daun berbentuk silindris dan panjang, rimpangan yang tidak berbuku-buku, dan tiap tangkai daun terdiri dari 2-3 helai daun</li> <li>- Mempunyai tangkai daun berbuku-buku</li> </ul>
6	<i>Halophila ovalis</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Daun oval, ukuran kecil, berpasangan dengan tangkai pada setiap ruas dari rimpang.</li> <li>- Tulang daun kurang terdiri dari 4-7 pasang.</li> <li>- Daun berbentuk bulat panjang seperti telur, pasangan daun dengan tegakan pendek, dan panjang daun 0,5- 1,5 cm.</li> </ul>

No	Spesies Lamun	Ciri-ciri
7	<i>Cymodocea rotundata</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tepi daun halus atau licin, tidak bergerigi, tulang daun sejajar, akar tidak bercabang, tidak mempunyai rambut akar, dan akar pada nodusnya terdiri dari 2-3 helai</li> <li>- Tiap nodusnya hanya terdapat satu tegakan</li> <li>- Seludang daun menutup</li> </ul>
		
8	<i>Cymodocea serrulata</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Daun berbentuk seperti pita yang lurus atau sedikit melengkung</li> <li>- Setiap tegakkan terdiri dari 2-3 helai daun</li> <li>- panjang daun 5,9-14,1 cm dan lebar 0,2-0,8 cm</li> </ul>
		

## 2.5 Faktor Lingkungan yang Mempengaruhi Keberadaan Makroalga dan lamun

### 2.5.1 Suhu

Pada daerah tropis dan sub tropis lamun mampu tumbuh optimal kisaran suhu 23 °C -32 °C. Sesuai dengan baku mutu Peraturan Pemerintah No. 22 tahun 2021, kisaran suhu optimal bagi biota laut adalah 28°C - 30°C dimana suhu dapat mempengaruhi proses-proses fisiologis seperti fotosintesis, pertumbuhan dan reproduksi. Semakin naiknya suhu akan menyebabkan kelarutan oksigen dalam air menjadi berkurang.

### 2.5.2 Salinitas

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 22 tahun 2021, kisaran salinitas yang optimal yaitu pada kisaran 33-34 ppt. ditambah dengan pernyataan yang dikemukakan oleh Dahuri (2003), jenis lamun memiliki toleransi

terhadap salinitas yang berbeda pada kisaran 10-40 ppt, dengan nilai optimum salinitas air laut bagi pertumbuhan lamun sebesar 35 ppt.

### **2.5.3 pH**

Nilai pH sangat menentukan molekul karbon yang dapat digunakan makroalga untuk fotosintesis. pH yang baik untuk pertumbuhan alga hijau dan alga coklat berkisar antara 6 - 9. Beberapa jenis alga toleran terhadap kondisi pH yang demikian (Bold & Wynne 1985). Derajat keasaman atau pH merupakan salah satu dari faktor pembatas pertumbuhan lamun. Tingkat derajat keasaman yang terlalu asam maupun basa dapat mengakibatkan gangguan terhadap lamun. Sesuai dengan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 22 tahun 2021, standar baku mutu air laut pH yang optimal untuk pertumbuhan lamun yaitu 7 – 8.5.

### **2.5.4 Kecerahan**

Hernawan et al., (2021), menyatakan bahwa kecerahan bisa dinilai secara visual berdasarkan 3 kategori yaitu, air keruh (Ketika lamun dan substrat tidak terlihat dari atas), transparansi air sedang (Ketika lamun terlihat samar samar tetapi substrat tidak terlihat), dan air jernih (Ketika lamun dan substrat terlihat jelas). kekeruhan dapat mengurangi cahaya yang diterima lamun sehingga mengganggu aktivitas fotosintesis serta mengakibatkan stres pada lamun, sehingga dapat membatasi pertumbuhan lamun dan makroalga (Waycot et al., 2004).

### **2.5.5 DO (*Dissolved Oxygen*)**

Dissolved oxygen atau yang sering disebut oksigen terlarut memiliki peran sangat penting di perairan. Berfluktuasinya kandungan oksigen terlarut di suatu perairan diduga disebabkan oleh pemakaian oksigen terlarut oleh lamun untuk respirasi akar dan rimpang, respirasi biota air dan pemakaian oleh bakteri nitrifikasi dalam proses siklus nitrogen di padang lamun (Felisberto et al., 2015). Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 22 tahun 2021 kadar oksigen terlarut yang baik pada suatu perairan berkisar >5 ppm.

### **2.5.6 Kecepatan Arus**

Kecepatan arus sangat penting bagi ekosistem lamun yang berfungsi untuk membersihkan endapan atau partikel-partikel pasir berlumpur yang menempel. Dahuri (2003), menyatakan bahwa kecepatan arus perairan memengaruhi produktivitas pada ekosistem lamun. Arus dengan kecepatan 0.5 m/s mampu mendukung pertumbuhan biota laut dengan baik. Semakin kuat arus perairan, maka pertumbuhan Makroalga akan semakin cepat karena difusi nutrisi ke dalam sel thallus semakin banyak (Anh et al., 2020).

### **2.5.7 Tipe Substrat**

Lamun banyak ditemukan di substrat pasir berlumpur yang tebal antara hutan rawa mangrove dan terumbu karang. Substrat sangat berperan menentukan kehidupan lamun yaitu, sebagai media tumbuh agar tidak terbawa arus dan gelombang, serta sebagai media pendaur zat hara. Sebaran dan kompleksitas substrat atau habitat berpengaruh terhadap kelimpahan dan jumlah spesies. Substrat juga berpengaruh terhadap jumlah spesies makroalga di perairan intertidal (Imchen, 2015).

### **2.5.8 Fosfat ( $\text{PO}_4$ )**

Mengacu pada baku mutu Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 22 tahun 2021 perairan untuk biota laut dikatakan baik jika besaran fosfat  $<0,015$  mg/l. Fosfat di perairan secara alami berasal dari pelapukan batuan mineral dan dekomposisi bahan organik. Sedimen merupakan tempat penyimpanan utama fosfor dalam siklus yang terjadi di lautan. Umumnya dalam bentuk partikulat yang berikatan dengan oksida besi dan senyawa hidroksida. Senyawa fosfor yang terikat di sedimen dapat mengalami dekomposisi dengan bantuan bakteri maupun melalui proses abiotik menghasilkan senyawa fosfat terlarut yang dapat mengalami difusi kembali ke dalam kolom air (Paytan & McLaughlin, 2007).

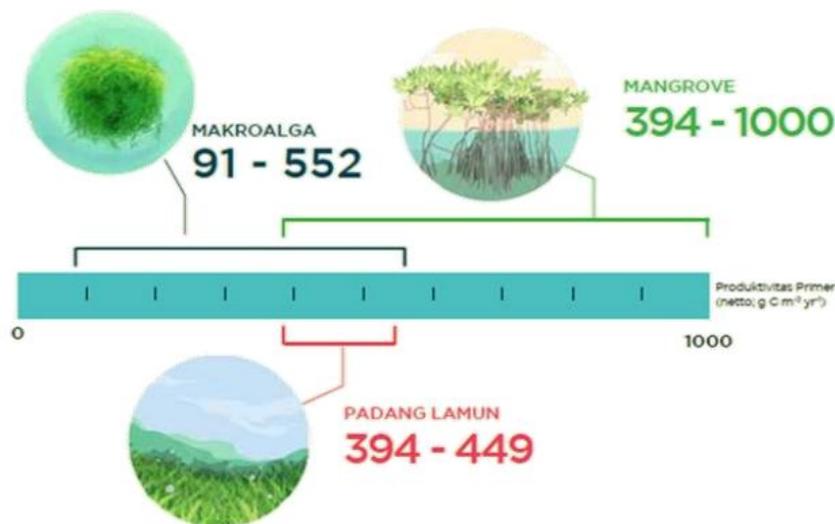
### **2.5.9 Nitrat ( $\text{NO}_3$ )**

Minerva et al., (2014) menjelaskan, kadar nitrat yang melebihi 0,02 mg/l dapat menyebabkan terjadinya eutrofikasi (pengkayaan) perairan, yang selanjut-

nya menstimulir pertumbuhan makroalga dan tumbuhan air secara cepat. Sesuai dengan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 22 tahun 2021 menyebut bahwa kandungan nitrat untuk biota laut adalah  $<0,6\text{mg/l}$ .

## 2.6 Interaksi Makroalga dengan Lamun

Sebagian besar makroalga tumbuh berasosiasi dengan beberapa jenis lamun dan terumbu karang. Asosiasi makroalga di ekosistem padang lamun sering dijumpai di pantai kepulauan perairan Indonesia (Pradana et al., 2020). Keberadaan makroalga seringkali menjadi kompetitor bagi lamun yang hidup di ekosistem yang sama. Hasil penelitian Riniatsih et al., (2017) menyimpulkan bahwa terdapat keterkaitan antara perbedaan kepadatan makroalga dan penutupan lamun. Berdasarkan nilai produktifitas menurut penelitian yang dilakukan Duarte (2017), makroalga memiliki produktifitas antara 91-552 gr C m/tahun. Sedangkan lamun berkisar antara 394-449 gr C m/tahun. Hal ini menunjukkan bahwa produktifitas dari komunitas makroalga cenderung lebih besar dibandingkan dengan produktifitas lamun, sehingga dapat terjadi persaingan antara makroalga dan lamun dalam memanfaatkan sumberdaya diperairan (unsur hara) akan berdampak pada pertumbuhan makroalga dan lamun yang hidup dalam ekosistem yang sama. Nilai produktifitas pada makroalga dan lamun bisa dilihat pada Gambar 5.

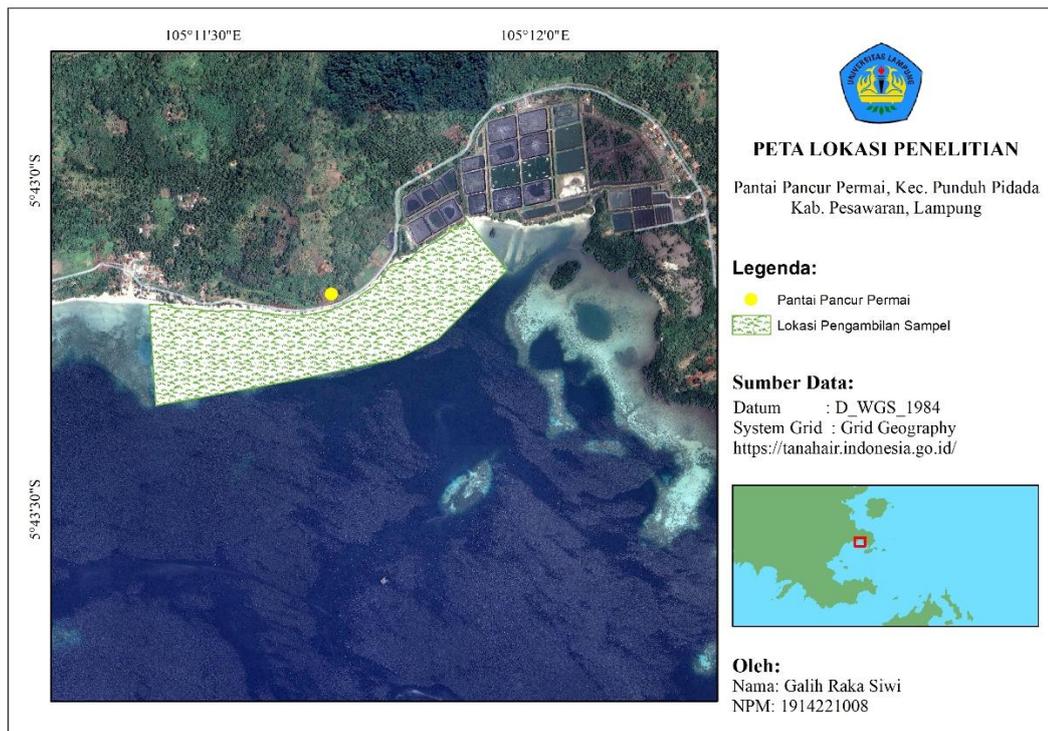


Gambar 5. Produktifitas dalam Gram karbon meter per tahun  
Sumber: Duarte (2017)

### III. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan pada bulan Mei 2024 di kawasan ekosistem lamun dan makroalga pantai Pancur Permai, Kecamatan Teluk Pandan, Kabupaten Pesawaran, Provinsi Lampung. Identifikasi jenis makroalga dan lamun yang ditemukan akan dilakukan di lokasi atau Laboratorium Oseanografi, Universitas Lampung. Peta lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Peta lokasi penelitian

### 3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan selama penelitian dapat dilihat pada Tabel 2 dan 3

Tabel 2. Alat Penelitian

No	Alat	Spesifikasi	Keterangan/Fungsi
1	Transek kuadran (1x1 m <sup>2</sup> )	PVC Rucika 1 inch	Pembatas daerah pengambilan sampel.
2	Roll meter	<i>Magnum</i>	Pengukuran batasan pengambilan panjang dan jarak antar stasiun.
3	Buku dan alat tulis	Sidu, 2B, dan joyko	Pencatatan hasil pengamatan.
4	Refraktometer	RHS-10ATC	Pengukuran kadar salinitas.
5	Termometer	AMT07	Pengukuran suhu.
6	Kamera	Olympus	Pendokumentasian kegiatan penelitian dan sampel.
7	DO meter	YSI 550A	Pengukuran kadar oksigen terlarut.
8	pH meter	Yinaik	Pengukuran derajat keasaman perairan.
9	Plastik <i>zip-lock</i>	NAF 35x25	Penyimpanan sampel yang akan diidentifikasi.
10	Alat dasar selam	AmScud	Pengambilan data lamun dan makroalga.
11	Kertas Label	T&J <i>Self Adhesive</i>	Pemberian nomor saat pengamatan.
12	<i>Sieve shaker</i>	RETSCH	Pengukuran besar butiran sedimen.
13	Oven	<i>HOOK</i>	Pengeringan sedimen.
14	Timbangan digital	ARD-TBG 1	Penimbangan sampel sedimen.

Tabel 3. Bahan Penelitian

No	Nama Bahan	Spesifikasi	Keterangan/Fungsi
1	Akuades	Waterone 5L	Menetralkan alat penelitian
2	Lamun dan Makroalga		Sampel
3	Sedimen		Sampel

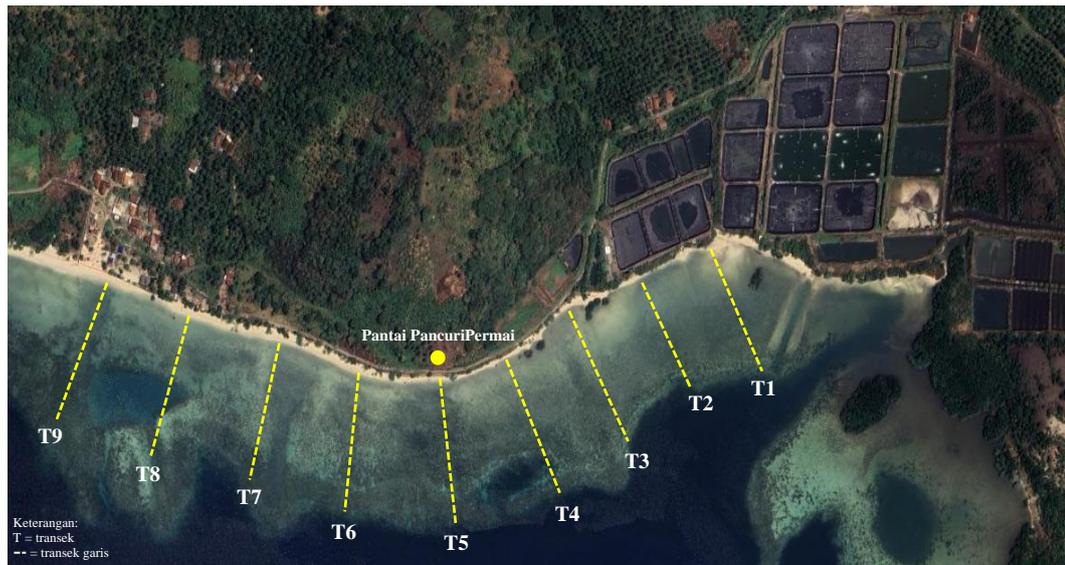
### 3.3 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian meliputi tahap penentuan stasiun, sampling makroalga dan lamun, pengamatan makroalga, pengamatan lamun, dan sampling kualitas perairan beserta sedimen.

#### 3.3.1 Penentuan Stasiun Penelitian

Stasiun penelitian ditentukan secara visual dengan berdasarkan kriteria masing masing pada stasiun pengamatan. Lokasi stasiun penelitian dibagi menjadi 9 titik transek pengambilan sampel dengan tiga perbedaan karakteristik lingku-

ngan pantai. Lokasi pertama (transek 1-3) dikategorikan sebagai perairan pesisir yang berhadapan langsung dengan aktivitas tambak udang. Kemudian, untuk lokasi kedua (transek 4-6) berhadapan langsung dengan kawasan pusat wisata pantai Pancur Permai untuk melakukan kegiatan wisata, dan lokasi ketiga (transek 7-9) dikategorikan sebagai tempat perairan tanpa adanya aktivitas manusia. Skema penentuan titik lokasi pengambilan data disajikan pada Gambar 7.



Gambar 7. Skema titik transek pengambilan data

### 3.3.2 Pengamatan Lamun

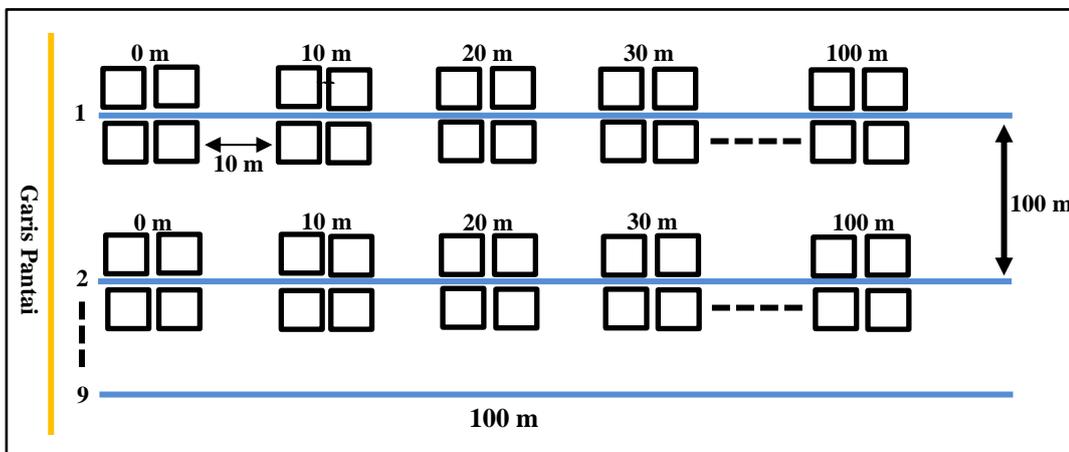
Pengamatan lamun di lapangan meliputi jenis lamun, jumlah individu dan tegakan. Tutupan lamun dihitung dengan jumlah tegakan atau pucuk spesies lamun yang ditemukan di dalam sub transek  $20 \times 20 \text{ cm}^2$ . Lamun yang ditemukan di setiap transek kuadran diidentifikasi langsung jenisnya di lokasi penelitian dari bentuk daun, rimpang, bunga dan buah-buahan. Spesies lamun diidentifikasi mengacu pada panduan identifikasi lamun (Rahmawati, 2017).

### 3.3.3 Pengamatan Makroalga

Makroalga yang ada di dalam kuadran plot diamati, dihitung, dicatat, dan didokumentasikan. Pengamatan makroalga yang dihitung dan diamati (jenis dan jumlah individu) adalah makroalga yang berada di dalam transek kuadran, kemudian makroalga di foto untuk identifikasi dan dokumentasi.

### 3.3.4 Sampling makroalga dan Lamun

Metode yang digunakan adalah kombinasi dua metode transek yaitu transek garis dan transek kuadrat. Garis transek ditarik tegak lurus kearah laut dari garis pantai sepanjang 100 m dengan jarak antar transek sepanjang 100 meter. Pengambilan sampel modifikasi transek garis dan transek kuadrat dengan pengamatan pada setiap 10 m dari transek garis sebanyak 4 transek kuadrat dalam setiap plot. Perhitungan persentase tutupan makroalga sama dengan perhitungan persentase penutupan lamun (Rahmawati et al., 2017). Ilustrasi penentuan titik pengambilan data makroalga dan lamun dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Ilustrasi penentuan titik plot pengambilan data makloalga dan lamun

### 3.3.5 Pengukuran Parameter Kualitas Perairan

Pengukuran parameter kualitas perairan di perairan Pantai Pancur permai dilakukan pada titik lokasi yang sudah ditentukan. Pengambilan data dilakukan secara langsung di lapangan (*in situ*) pada setiap titik lokasi yang sudah ditentukan. Pengukuran data parameter kualitas perairan seperti suhu, DO, dan pH perairan menggunakan *water quality checker*, salinitas menggunakan refraktormeter, kecepatan arus menggunakan data sekunder yang diperoleh dari *website Marine Copernicus* ([www.copernicus.eu](http://www.copernicus.eu)), kecerahan menggunakan metode *visual* (Hernawan et al., 2021).

Parameter fosfat dan nitrat dilakukan pengambilan sampel air di masing-masing tiga karakteristik berbeda yaitu tambak (antara transek 1 dan 3), pusat wisata (antara transek 4 dan 6), dan alami (antara transek 7 dan 9) pada Pantai Pancur Permai. Pengambilan sampel air untuk analisis kandungan fosfat dan nitrat

menggunakan botol 600 ml di masing . Analisis kandungan nitrat dilakukan di Laboratorium Terpadu dan Sentra Inovasi Teknologi (LTSIT) Universitas Lampung dan Analisis Fosfat di Laboratorium Analisis Polinela.

### 3.3.6 Pengambilan Sampel Substrat

Pengambilan sedimen pada setiap stasiun menggunakan sekop dan disimpan ke dalam plastik zip. Sampel yang sudah diambil kemudian dijemur hingga kering dan dilanjutkan pengeringan maksimal menggunakan oven dengan suhu 150°C. Setelah itu sedimen diayak menggunakan mesin *shieve shaker* kurang lebih dalam waktu 15 menit. Pengayakan bertujuan untuk mengetahui ukuran butir sedimen (metode saringan bertingkat skala *wentworth*) pada masing-masing stasiun penelitian. Setelah diayak setiap sampel dipisah dan ditimbang berdasarkan ukuran ayakan. Perhitungan ukuran dan jenis sedimen menggunakan rumus persentase berat sedimen pada metode ayakan kering (Aisha et al., 2021):

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

Klasifikasi ukuran sedimen berdasarkan skala *wentworth* menurut Aisha et al., (2021) dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Klasifikasi ukuran sedimen menurut Aisha et al., (2021):

Jenis Partikel	Ukuran (mm)
Pasir pecahan karang	2
Pasir Kasar	1
Pasir halus	0.6
Pasir berlumpur	0.45
Lumpur berpasir	0.111

### 3.4 Analisis Data

Analisis data yang dilakukan ialah data struktur komunitas makroalga dan lamun beserta hubungan atau asosiasi antara makroalga dan lamun. Adapun metode analisis yang digunakan pada penelitian ialah:

### 3.4.1 Struktur Komunitas Makroalga

Analisis yang digunakan untuk menghitung makroalga adalah kelimpahan jenis, indeks morisita, indeks keanekaragaman, indeks keseragaman, indeks dominansi:

#### A. Kelimpahan Jenis

Kelimpahan jenis makroalga dihitung menggunakan persamaan rumus (Fachrul, 2007):

$$D_i = \frac{N_i}{A} \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

$D_i$  = Kelimpahan individu spesies jenis ke-i (ind/m<sup>2</sup>)

$N_i$  = Jumlah total individu dari jenis ke-i (ind)

$A$  = Luas area total pengambilan sampel (m)

#### B. Pola Sebaran

Menurut Khouw (2016), menggunakan indeks morisita ( $I_d$ ) dengan menghitung  $M_u$  dan  $M_c$  serta menghitung derajat morisita ( $I_p$ ) yang telah terstandar menggunakan persamaan:

$$I_d = n \frac{\sum x^2 - \sum x}{((\sum x)^2 - \sum x)} \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan :

$I_d$  = Indeks Morisita

$n$  = Jumlah plot pengambilan sampel

$x$  = Jumlah individu tiap sampel

$$M_u = \frac{X^2_{0,975} - n + \sum X_i}{(\sum x_i) - 1} \dots\dots\dots (4)$$

$$M_c = \frac{X^2_{0,025} - n + \sum X_i}{(\sum x_i) - 1} \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan:

$M_u$  = Indeks Morisita untuk pola sebaran seragam

$X^2_{0,975}$  = Nilai Chi-square tabel dengan derajat bebas  $n-1$  dan selang kepercayaan 97,5%

$M_c$  = Indeks Morisita untuk pola sebaran mengelompok

$\chi^2_{0,025}$  = Nilai Chi-square tabel dengan derajat bebas n-1 dan selang kepercayaan 2,5%

$$I_p = 0,5 + 0,5 \left( \frac{Id - Mc}{n - Mc} \right); \text{ jika } Id \geq Mc > 1 \dots\dots\dots (6)$$

$$I_p = 0,5 \left( \frac{Id - 1}{Mc - 1} \right); \text{ jika } Mc \geq Id > 1 \dots\dots\dots (7)$$

$$I_p = -0,5 \left( \frac{Id - 1}{Mu - 1} \right); \text{ jika } 1 \geq Id > Mu \dots\dots\dots (8)$$

$$I_p = -0,5 + 0,5 \left( \frac{Id - Mu}{Mu} \right); \text{ jika } 1 \geq Mu > Id \dots\dots\dots (9)$$

Keterangan:

- a. jika nilai  $Id > 1$ , dan  $Id >$  atau  $= Mc$ , maka memakai persamaan 6
- b. jika nilai  $Id > 1$ , dan  $Id < Mc$ , maka memakai persamaan 7
- c. jika nilai  $Id < 1$ , dan  $Id > Mu$ , maka memakai persamaan 8
- d. jika nilai  $Id < 1$ , dan  $Id < Mu$ , maka memakai persamaan 9

Kategori yang menentukan pola sebaran berdasarkan nilai  $I_p$  disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Kategori indeks morisita

Derajat Morisita ( $I_p$ )	Kategori
$I_p < 0$	Seragam
$I_p = 0$	Acak
$I_p > 0$	Mengelompok

**B. Indeks Keanekaragaman ( $H'$ )**

Indeks keanekaragaman merupakan sebuah cara sederhana dengan menentukan presentase komposisi suatu spesies, semakin banyak jenis yang terdapat dalam suatu ekosistem maka akan semakin besar nilai keanekaragamannya. Indeks keanekaragaman ditentukan berdasarkan indeks keanekaragaman adalah *Shannon-Wiener* (Odum, 1993) dengan persamaan sebagai berikut:

$$H' = - \sum p_i \ln p_i \left( \frac{n_i}{N} \right) \dots\dots\dots (10)$$

Keterangan:

$H'$  = Indeks Keanekaragaman

$p_i$  = Jumlah individu masing masing jenis

$P_i$  =  $n_i/N$  (perhitungan jumlah individu suatu jenis dengan keseluruhan jenis)

$n_i$  = jumlah spesies ke- $i$

$N$  = jumlah total individu per titik pengambilan sampel

Tabel 6. Kategori indeks keanekaragaman ( $H'$ )

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

### C. Indeks Keseragaman (E)

Indeks keseragaman adalah indeks yang digunakan untuk keadaan jumlah spesies yang mendominasi atau bervariasi. Indeks keseragaman dihitung menggunakan persamaan Evennes-Indeks. Berikut adalah persamaan yang digunakan untuk mencari nilai keseragaman (Odum, 1993):

$$E = \frac{H'}{H_{max}} \dots\dots\dots (11)$$

Keterangan:

$E$  = Indeks keseragaman

$H'$  = Indeks keanekaragaman

$H_{max} = \ln S$

$S$  = Jumlah keseluruhan dari spesies organisme

Kategori indeks keseragaman (E) adalah sebagai berikut :

$E = 0 - 1$ ;

- $E$  mendekati 0 ( $E < 0,5$ ) = sebaran individu antar jenis tidak merata atau ada jenis tertentu yang dominan
- $E$  mendekati 1 ( $E > 0,5$ ) = sebaran individu antar jenis merata

### D. Indeks Dominansi

Indeks dominansi merupakan sebuah pernyataan yang menggambarkan secara matematik jumlah komunitas pada suatu wilayah tertentu. Ketika nilai suatu indeks dominansi mendekati satu maka terdapat spesies yang dominan dan ketika nilai indeks dominansi mendekati nol maka tidak ada spesies yang dominan. Berikut adalah persamaan untuk menghitung dominansi Simpson (Odum, 1993):

$$C = \sum \left( \frac{n_i}{N} \right)^2 \dots\dots\dots (12)$$

Keterangan:

C = Dominansi suatu spesies

$n_i$  = Jumlah individu spesies ke-i

N = Jumlah keseluruhan individu

Kategori indeks dominansi menurut Odum (1993) adalah sebagai berikut:

$C = 0 - 1$ ;

C mendekati 0 ( $C < 0,5$ ) = tidak ada spesies yang mendominasi

C mendekati 1 ( $C > 0,5$ ) = ada spesies yang mendominasi

### 3.4.2 Ekosistem Lamun

#### A. Kerapatan Jenis

Kerapatan adalah jumlah individu persatuan luas. Kerapatan dihitung menggunakan rumus (Fachrul, 2007) :

$$K_i = \frac{N_i}{A} \dots\dots\dots (13)$$

Keterangan:

$K_i$  = Kerapatan individu spesies jenis ke-i ( $\text{ind}/\text{m}^2$ )

$N_i$  = Jumlah total individu dari jenis ke-i

A = Luas area total pengambilan sampel (m)

Berdasarkan rumus di atas, kerapatan lamun dikategorikan (Haris dan Gosari, 2012) seperti Tabel 7 berikut:

Tabel 7. Skala kondisi kerapatan lamun

Skala Kondisi	Kerapatan ( $\text{ind}/\text{m}^2$ )	Kondisi
5	>175	Sangat Rapat
4	125-175	Rapat
3	75-125	Agak rapat
2	25-75	Jarang
1	<25	Sangat Jarang

## B. Penutupan Jenis

Penutupan lamun menyatakan luasan area yang tertutupi oleh lamun. Persen penutupan lamun dihitung dengan menggunakan persamaan (Rahmawati et al., 2017) :

$$C_i = \frac{\sum(M_i \times f_i)}{\sum f} \dots\dots\dots (14)$$

Keterangan:

$C_i$  = Penutupan

$M_i$  = Nilai tengah kelas I

$f_i$  = banyaknya sub petak dimana kelas kehadiran jenis lamun i sama

Berdasarkan persamaan di atas, penutupan lamun dikategorikan (Rahmawati et al., 2017) seperti Tabel 8 berikut:

Tabel 8. Kategori persentase penutupan lamun

Persentase tutupan (%)	Kategori
0-25	Jarang
26-50	Sedang
51-75	Padat
75-100	Sangat padat

### 3.4.3 Hubungan Komunitas Makroalga dengan Ekosistem Lamun

Hubungan antara komunitas makroalga dengan ekosistem lamun diketahui dengan cara menentukan variabel yang mempengaruhi/variabel bebas dan variabel yang dipengaruhi/variabel terikat. Kehadiran makroalga pada ekosistem lamun dapat mempengaruhi kondisi lamun itu sendiri, sehingga perlu dilakukan analisis statistik dengan menjadikan data tutupan makroalga sebagai variabel dependen dan data tutupan lamun sebagai variabel independen, kemudian dilakukan uji Regresi Linier untuk mengetahui keeratan hubungan antara dua variabel yaitu variabel penutupan makroalga (dependen) dengan variabel penutupan lamun (independen).

### 3.4.4 *Principal Component Analysis (PCA)*

Analisis PCA merupakan suatu teknik statistik untuk mengubah sebagian besar variabel asli yang saling berkorelasi satu dengan lainnya menjadi variabel

baru yang lebih kecil dan saling bebas. Analisis Komponen Utama digunakan untuk mereduksi data sehingga lebih mudah untuk menginterpretasikan data-data tersebut. Analisis komponen utama baik digunakan jika variabel-variabel asal saling berkorelasi (Black & Champion, 2001).

Tujuan digunakannya PCA untuk menemukan sejumlah variabel yang berhubungan dalam suatu kelompok. Untuk mendapatkan hasil PCA, digunakan pengolahan data menggunakan software XLSTAT.

## V. SIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa:

1. Indeks keanekaragaman makroalga pada ekosistem lamun di Pantai Pancur Permai tergolong rendah, indeks keseragaman tergolong merata, dan indeks dominansi menunjukkan bahwa *Padina australis* cukup mendominasi
2. Kondisi kualitas perairan seperti suhu, DO, pH, salinitas, dan nitrat dikatakan baik sesuai baku mutu PP No. 22 tahun 2021. Sedangkan parameter fosfat dan kecepatan arus dikatakan tidak sesuai dengan baku mutu. Tipe sedimen pada Pantai Pancur Permai didominasi lumpur dan lumpur berpasir.
3. Interaksi antara komunitas makroalga dengan lamun menunjukkan makroalga dan lamun dapat hidup berdampingan. Namun, pertumbuhan lamun lebih baik dibandingkan makroalga pada perairan Pantai Pacur Permai
4. Hubungan kelimpahan makroalga dengan kerapatan lamun yang dianalisis dengan metode *Principal Component Analysis* (PCA) menunjukkan korelasi negatif. Parameter kualitas perairan yang berkorelasi positif terhadap kelimpahan makroalga adalah pH. Sedangkan nitrat, fosfat, DO, suhu, dan salinitas berkorelasi negatif.

### 5.2 Saran

1. Aktivitas manusia yang dijalankan pada perairan Pantai Pancur permai diharapkan dapat memperhatikan pengaruhnya terhadap kondisi ekosistem lamun dan makroalga. Perlunya edukasi lebih lanjut kepada Masyarakat terhadap manfaat keberadaan dari ekosistem lamun dan makroalga dilokasi tersebut.

2. Untuk melihat hubungan yang lebih jelas antara tipe substrat dengan sebaran lamun dan makroalga. Diperlukan tambahan sampel tipe substrat pada setiap transek.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anggadiredja. 2006. *Rumput Laut*. Penebar Swadaya.
- Anh, N. T. N., Thong, L. Van, Lam, N. P., Thi, T., & Hoa, N. V. (2020). Effects of water levels and water exchange rates on growth and production of sea grape *Caulerpa lentillifera* J. Agardh (1837). *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 8(3), 211-216.  
<https://www.fisheriesjournal.com/archives/2020/vol8issue3/PartC/8-3-5-218>
- Aisha, N., Asmadin., & Takwir, A. (2021). Karakteristik sedimen berdasarkan pola arus di Perairan Teluk Kendari. *Jurnal Sapa Laut*, 6(2), 159-166.  
<http://dx.doi.org/10.33772/jsl.v6i2.19437>
- Arfah, H. & Patty, S. I. (2016). Kualitas air dan komunitas makroalga di perairan Pantai Jikumerasa, Pulau Buru. *Jurnal Ilmiah Platax*, 4(2), 209-119.  
<http://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/platax>
- Ariani, Nurgayah, W. & Afu, L.O.A. (2017). Komposisi dan distribusi makroalga berdasarkan tipe substrat di perairan desa Lalowaru Kecamatan Moramo Utara. *Jurnal Sapa Laut*, 2(1), 25-30.  
<http://dx.doi.org/10.33772/jsl.v2i1.3592>
- Aslan, L. M. (1998). *Budidaya Rumput Laut*. Yogyakarta Kanisius.
- Ayhuan, H, V. Nevianty, P. Z., & Dedi, S. (2017). Analisis struktur komunitas makroalga ekonomis penting di perairan intertidal Manokwari, Papua Barat. *Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan*, 8(1), 20-38.  
<https://doi.org/10.24319/jtpk.8.19-38>
- Azkab, M. H. (2006). Ada apa dengan lamun. *Jurnal Oseana*, 31(3), 45-55.
- Black, J. A., & Champion, D. J. (2001). *Metode dan Masalah Penelitian Sosial*. PT. Refika Aditama.
- Bold, H. C. & Wynne M. J. (1985). *Introduction to the Algae: Structure and Reproduction*. Prentice Hall.

- Dahuri, R. (2003). *Keanekaragaman Hayati, Laut dan Aset Pembangunan Berkelanjutan*. PT Gramedia Pustaka Utama.
- Dawes, C. J. (1981). *Marine Botany*. Second Edition. John Wiley and Sons, Inc. University of South Florida.
- Dimas, B.F., Aditya, I., Lili, I, S. (2022). Hubungan kerapatan lamun dengan kelimpahan megagastropoda di perairan Pulau Miang Besar Kutai Timur. *Tropical Aquatic Science*, 1(2), 17-23. <https://doi.org/10.30872/tas.v1i1.468>
- Duarte, C. (2017). Reviews and syntheses: Hidden forests, the role of vegetated coastal habitats in the ocean carbon budget. *Biogeosciences*, 14(1), 301–310. [doi:10.5194/bg-14-301-2017](https://doi.org/10.5194/bg-14-301-2017)
- Dwimayasanti, R., & Kurnianto, D. 2018. Komunitas makroalga di perairan Tayando-Tam, Maluku Tenggara. *Jurnal Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*, 3(1), 39-48. <http://dx.doi.org/10.14203/oldi.2018.v3i1.82>
- Fachrul, M.F. (2007). *Metode Sampling Bioekologi*. Bumi Aksara.
- Fattah, A., Muslimin, L., & Omar, A. (2012). Efektivitas alga merah *Eucheuma spinosum* sebagai anti bakteri patogen pada organisme budidaya pesisir dan manusia (No Publikasi 9959)[Tesis, Universitas Hassanuddin]. Repository Universitas Hassanuddin.
- Felisberto P, Jesus SM, Zabel F, Santos R, Silva J, Gobert S, Beer S, Björk M, Mazzuca S, Procaccini G, Runcie JW, Champenois W, & Borges AV. (2015). Acoustic monitoring of O<sub>2</sub> production of a seagrass meadow. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 464(1), 75–87. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jembe.2014.12.013>
- Ferawati, E., Widyartini, D. S. & Insan, I. (2014). Studi komunitas rumput laut pada berbagai substrat di perairan Pantai Permisian Kabupaten Cilacap. *Scripta Biologica*, 1(1), 55-60. <https://doi.org/10.20884/1.sb.2014.1.1.25>
- Fithriani, D. (2009). Potensi antioksidan *Caulerpa racemosa* di Perairan Teluk Hurun, Lampung (No Publikasi 3068)[Tesis, Institut Pertanian Bogor]. IPB Repository.
- Gazali, M., Nurjanah, & Zamani N.P. (2018). Eksplorasi senyawa bioaktif alga coklat (*Sargassum sp.*) sebagai antioksidan dari Pesisir Barat Aceh. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 21(1), 167-178. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v21i1.21543>
- Grolier. (2000). *Ilmu Pengetahuan Populer jilid 2*. PT Widyadara.

- Handayani. (2017). The potency of macroalgae in the reef flat of Lampung Bay. *Oceanologi dan Limnologi di Indonesia*, 2(1), 55-57.  
<http://dx.doi.org/10.14203/oldi.2017.v2i1.15>
- Harlina. (2020). *Limnologi: Kajian Menyeluruh Mengenai Perairan Darat*. Gunawana Lestari.
- Haris, A. & Gosari, J. A. (2012). Studi kerapatan dan penutupan jenis lamun di Kepulauan Spermonde. *Jurnal Torani*, 22(3), 156-162.
- Hartati, R., I, Pratioko., & T, N. Pratiwi. (2017). Biomassa dan estimasi simpanan karbon pada ekosistem padang lamun di Pulau Menjangan kecil dan Pulau Sintok, Kepulauan Karimunjawa. *Jurnal Buletin Oceanografi Marina*, 6 (1), 74-81. <https://doi.org/10.14710/buloma.v6i1.15746>
- Hernawan, U., Rahmawati, S., Rappe, R. A., Sjafrie, N. D. M., Hadiyanto, H., Yusup, D. S., Nugraha, A. H., Nafie, Y. A. L., Adi, W., Prayudha, B., Irawan, A., Rahayu, Y. P., Ningsih, E. Riniatsih, I., Supriyadi, I. H., McMahan, K. (2021). The first nation-wide assessment identifies valuable blue-carbon seagrass habitat in Indonesia is in moderate condition. *Science of the Total Environment*, 782(1), 1-11.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146818>
- Hidayat, R. (2017). Studi keanekaragaman jenis burung diurnal di hutan sebadal taman nasional gunung Palung kabupaten Kayong Utara. *Jurnal Hutan Lestari*, 5(3), 696-703.  
<http://jurnal.untan.ac.id/index.php/jmfkh/article/view/22072>
- Huisman, J. M & Leliaert, F. (2016). *Algae of Australia: Mar. Benthic Algae of North Western*.
- Ikhsan, N., Zamani, N. P., & Soedharma, D. (2019). Struktur komunitas lamun di Pulau Wanci, Kabupaten Wakatobi, Sulawesi Tenggara. *Jurnal Teknologi Perikanan Dan Kelautan*, 10(1), 27-38.  
<https://doi.org/10.24319/jtpk.10.27-38>
- Imchen, T. (2015). Substrate deposit effect on the characteristic of an intertidal macroalgal community. *Indian Journal of Geo-Marine Science*, 44(3), 1-6. <http://drs.nio.org/drs/handle/2264/7678>
- Ira. (2018). Struktur komunitas makroalga di perairan desa Mata Sulawesi Tenggara. *Jurnal Biologi Tropis*, 18(1), 45-56.  
<https://doi.org/10.29303/jbt.v18i1.729>
- Irfania, R. (2009). Pengukuran Nilai Acoustic Backscattering Strength Berbagai Tipe Substrat Dasar Perairan Arafura Dengan Instrumen SIMRAD EK60 (No Publikasi 13679)[Skripsi, Institut Pertanian Bogor]. IPB Repository

- Irwandi., Salwiyah., & Nurgayah, W. (2017). Struktur komunitas makroalga pada substrat yang berbeda di perairan desa Tanjung Tiram, Kecamatan Moramo Utara, Kabupaten Konawe Selatan, Provinsi Sulawesi Tenggara. *Jurnal Manajemen Sumberdaya Perairan*, 2(3), 215-224.
- Jamilatun, A., Lestari, F., & Susiana, S. (2020). Pola sebaran jenis makroalga di zona intertidal perairan Malang Rapat Kecamatan Gunung Kijang, Kabupaten Bintan, Kepulauan Riau, Indonesia. *Jurnal Akuakultur Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil*, 4(2), 65-71  
<http://dx.doi.org/10.29239/j.akuatikisle.4.2.65-71>
- Kasim, M. (2016). *Makro Alga*. Penebar Swadaya.
- Khouw A. S. (2016). *Metode dan Analisa Kuantitatif Dalam Bioekologi Laut*. Alfabeta.
- Latuconsina, H. (2016). *Ekologi Perairan Tropis:Prinsip Dasar Pengelolaan Sumber Daya Hayati Perairan*. Gadjah Mada University Press.
- Luning, K. (1980). Critical levels of light and temperature regulating the gametogenesis of three Laminaria species. *Journal of Phycology*, 16(1), 1-15. <https://doi.org/10.1111/j.1529-8817.1980.tb02992.x>
- Meirinawati, H. & Muchtar, M. (2017). Fluktuasi nitrat, fosfat, dan silikat di Perairan Pulau Bintan. *Jurnal Segara*, 13(3), 141-148.  
<http://dx.doi.org/10.15578/segara.v13i3.6493>
- Minerva, A., Purwanti, F., & Suryanto, S. (2014). Analisis hubungan keberadaan dan kelimpahan lamun dengan kualitas air di Pulau Karim Jawa, Jepara. *Journal of Maquares*, 3(3), 88-94. <https://doi.org/10.14710/marj.v3i3.6657>
- Odum, E. P. (1993). *Dasar-dasar Ekologi Edisi Ketiga*.(Samingan, T, Penerjemah). Gadjah Mada University Press.
- Palallo, A. (2013). Distribusi Makroalga Pada Ekosistem Lamun Dan Terumbu Karang Di Pulau Bonebatang, Kecamatan Ujung Tanah, Kelurahan Barrang Lompo, Makassar (No Publikasi 8488)[Skripsi, Universitas Hasanuddin Makassar]. Repository Universitas Hasanuddin Makassar.
- Patty, S. I. (2015). Karakteristik fosfat, nitrat, dan oksigen terlarut di Perairan Selat Lembeh, Sulawesi Utara. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*, 3(2), 1-7.  
<https://doi.org/10.35800/jplt.3.2.2015.9581>
- Patty, S. I., & Huwae, R. (2023). Suhu, salinitas, oksigen terlarut musim barat dan musim timur di perairan Teluk Amurang, Sulawesi Utara. *Jurnal Ilmiah Platax*, 11(1), 196-205. <https://doi.org/10.35800/jip.v11i1.46651>

- Paytan, A. & McLaughlin, K. (2007). The oceanic phosphorus cycle. *Chemical Reviews*, 107(2), 563-576. <https://doi.org/10.1021/cr0503613>
- Pello, F. S., Adiwilaga, E. M., Huliselan, N. V., & Damar, A. (2014). Pengaruh musim terhadap beban masukan nutrien di Teluk Ambon. *Jurnal Bumi Lestari*, 14(1), 63-73.
- Pradana, F., Apriadi, T., & Suryanti, A. (2020). Komposisi dan pola sebaran makroalga di perairan Desa Mantang Baru, Kabupaten Bintan, Kepulauan Riau. *Biospecies*, 13(2), 22–31. <http://dx.doi.org/10.22437/biospecies.v13i2.8513>
- Rahman, S. (2017). Struktur komunitas pada lamun di Perairan Sekatap, Kelurahan Dompok (No Publikasi 8327)[Skripsi, Universitas Maritim Raja Ali Haji]. Repositori UMRAH.
- Rahmawati, S., Irawan, A., Supriyadi, I. H., S., Azkap, M. H., & Husni, M. (2017). *Panduan Pemantauan Padang Lamun*. COREMAP-CTI LIPI.
- Resky, A. (2017). Biodiversitas makroalga di Pantai Puntondo, Kecamatan Mangara'bombang, Kabupaten Takalar Provinsi Sulawesi Selatan. (No Publikasi 5660)[Tesis, Universitas Alauddin Makassar]. Repository Universitas Alauddin Makassar.
- Riniatsih, I., Munasik, M., Suryono, C. A., Azizah, R., Hartati, R., Pribadi, R., dan Subagiyo, S. (2017). Komposisi makroalga yang berasosiasi di ekosistem padang lamun pulau Tumpul Lunik, pulau Rimau Balak Dan pulau Kandang Balak Selatan, perairan Lampung Selatan. *Jurnal Kelautan Tropis*, 20(2), 117. <https://doi.org/10.14710/jkt.v20i2.1738>
- Rustam, A., Kepel, T.L., Afiati, R.N., Salim, H.L., Astrid, M., Daulat, A., Mangindaan, P., Sudirman, N., Puspitaningsih, Y., Dwiyantri, D., & Hutahaean, A. (2014). Peran ekosistem lamun sebagai blue carbon dalam mitigasi perubahan iklim, studi kasus Tanjung Lesung, Banten. *Jurnal Segara*, 10(2), 107-117.
- Roem, M., Wiharyanto, D., & Darnawati, D. 2017. Asosiasi makroalga dengan lamun di perairan Pulau Panjang. *Jurnal Borneo Saintek*, 1(1), 50-62. [https://doi.org/10.35334/borneo\\_saintek.v1i1.886](https://doi.org/10.35334/borneo_saintek.v1i1.886)
- Rosdiana., Nurgayah, W., & Ira. (2017). Struktur komunitas makroalga di perairan Waworaha Kecamatan Soropia. *Jurnal Sapa Laut*, 2(3), 69-77. <http://dx.doi.org/10.33772/jsl.v2i3.3609>
- Saragih, G. M., & Erizka, W. (2018). Keanekaragaman fitoplankton sebagai indikator kualitas air danau sipin di Kota Jambi. *Jurnal Daur Lingkungan*, 1(1), 22-28. <http://dx.doi.org/10.33087/daurling.v1i1.5>

- Schowalter, T. D. (2006). *Insect Ecology: An Ecosystem Approach*. Academic Press.
- Septiyaningrum, I., Utami, M. A. F., & Johan, Y. (2020). Identifikasi jenis anggur laut (*Caulerpa sp.*) Teluk Sepang Kota Bengkulu. *Jurnal Perikanan Unram*, 10(2), 195-204. <https://doi.org/10.29303/jp.v10i2.215>
- Shobir, H., Triastinurmiatiningsih, & Ismanto. (2019). Keanekaragaman jenis makroalga yang berpotensi sebagai bahan obat di perairan Pantai Cidatu Kabupaten Pandeglang. *Jurnal Ekologia*, 19(2), 89-98. <https://doi.org/10.33751/ekol.v19i2.1664>
- Sodiq, A. Q., & Arisandi, A. (2020). Identifikasi dan kelimpahan makroalga di Pantai selatan Gunung Kidul. *Juvenil*, 1(3), 325-330. <https://doi.org/10.21107/juvenil.v1i3.8560>
- Suntoro, Rossi, E., & Herawati, N. (2015). Penambahan berbagai perisa dan bahan campuran terhadap preferensi konsumen sosis belut (*Monopterus albus*) (Skripsi tidak terpublikasi). Universitas Riau
- Supono, dan Arbi, U.Y. 2010. Struktur komunitas Echinodermata di padang lamun perairan Kema, Sulawesi Utara. *Jurnal Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*, 36(3), 329-342.
- Supranto, J. (2004). Analisis Multivariat: Arti & Interpretasi. Rineka Cipta.
- Tangke, U. 2010. Ekosistem padang lamun (manfaat, fungsi, rehabilitasi). *Jurnal Ilmiah Agribisnis dan Perikanan*, 3(1), 9-29. <https://doi.org/10.29239/j.agrikan.3.1.9-29>
- Ulfah, S., Elita, A., & Muslich, H. (2017). Struktur komunitas makroalga ekosistem terumbu karang perairan pantai air Berudang kabupaten Aceh Selatan. *Prosiding Seminar Nasional Biotik*, 1(1), 273-244. <http://dx.doi.org/10.22373/pbio.v5i1.2152>
- Waycott, M., McMahon, K., Mellors, J., Calladine, A., & Kleine, D. (2004). *A Guide to Tropical Seagrasses of the Indo-West Pacific*. James Cook University, Townsville Queensland.
- Zarfen. (2017). Hubungan kerapatan lamun dengan kualitas perairan Desa Kelong, Kabupaten Bintan (Skripsi tidak terpublikasi). Universitas Maritim Raja Ali Haji
- Zhao, F., Xu, N., Zhou, R., Ma, M., Luo, H., Wang, H. (2016). Community structure and species diversity of intertidal benthic macroalgae in Fengming Island, Dalian. *Acta Ecologica Sinica*, 36(2), 77-84. <https://doi.org/10.1016/j.chnaes.2016.01.004>