

**STRUKTUR KOMUNITAS ECHINODERMATA PADA  
EKOSISTEM LAMUN DI PULAU MAHITAM DAN  
PANTAI KETAPANG, KABUPATEN PESAWARAN, LAMPUNG**

**(Skripsi)**

**Oleh**

**MUHAMMAD FADHIL PRIYAMBODO  
1814221005**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2023**

## **ABSTRAK**

### **STRUKTUR KOMUNITAS ECHINODERMATA PADA EKOSISTEM LAMUN DI PULAU MAHITAM DAN PANTAI KETAPANG, KABUPATEN PESAWARAN, LAMPUNG**

Oleh

**MUHAMMAD FADHIL PRIYAMBODO**

Ekosistem lamun menjadi tempat tinggal dan tempat mencari makan bagi beberapa spesies echinodermata, sebaliknya echinodermata adalah pendaur ulang nutrisi yang pada akhirnya akan bermanfaat bagi ekosistem padang lamun. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis struktur komunitas echinodermata dan lamun serta hubungan antara kelimpahan echinodermata, kerapatan lamun, dan kualitas perairan di Pulau Mahitam dan Pantai Ketapang. Pengamatan meliputi jenis dan jumlah individu echinodermata, jenis, jumlah individu, dan jumlah tegakan lamun. Kualitas perairan yang diamati adalah suhu, salinitas, pH, DO (*dissolved oxygen*), kecepatan arus, kecerahan, dan BOT (bahan organik terlarut) serta diamati tipe substrat di kedua lokasi. Sembilan spesies echinodermata dan 4 spesies lamun ditemukan di kedua lokasi penelitian. Nilai rata-rata indeks keanekaragaman echinodermata di Pulau Mahitam dan Pantai Ketapang tergolong rendah. Nilai rata-rata indeks keseragaman echinodermata di Pulau Mahitam tergolong sedang dan Pantai Ketapang tergolong rendah. Nilai indeks dominansi echinodermata di Pulau Mahitam tergolong rendah dan Pantai Ketapang tergolong tinggi. Terdapat dominansi suatu spesies echinodermata di beberapa stasiun. Hubungan antara kelimpahan echinodermata, kerapatan lamun, dan kualitas perairan di kedua lokasi menunjukkan hubungan positif serta dipengaruhi oleh parameter kualitas perairan perairan, yaitu suhu dan bahan BOT (bahan organik terlarut).

Kata kunci: Echinodermata, lamun, keanekaragaman, keseragaman, dominansi.

## **ABSTRACT**

### **THE COMMUNITY STRUCTURE OF ECHINODERMS IN THE SEAGRASS ECOSYSTEM AT MAHITAM ISLAND AND KETAPANG BEACH, PESAWARAN REGENCY, LAMPUNG**

**By**

**MUHAMMAD FADHIL PRIYAMBODO**

Seagrass ecosystem is a habitat and feeding ground several species of echinoderms. Echinoderms are nutrient recyclers which will ultimately give benefit the seagrass ecosystem. This study aimed to analyze the community structure of echinoderms and seagrasses and the relationship between echinoderms, seagrass density, and water quality on Mahitam Island and Ketapang Beach. The observations included the types and number of individual echinoderms, as well as the types, number of individuals, and total number of seagrass stands. The qualities of the waters observed were temperature, salinity, pH, DO (dissolved oxygen), current velocity, brightness, and DOM (dissolved organic matter) and also observed the type of substrate for both locations. Nine species of echinoderm and 4 species of seagrass were found in both research locations. The average value of the echinoderms diversity index on Mahitam Island and Ketapang Beach were low. The average echinoderms uniformity index on Mahitam Island was moderate and Ketapang Beach was low. The value of the dominance index of echinoderms on Mahitam Island was low and on Ketapang Beach was high. There were a dominance of an echinoderm species at several stations. The relationship between echinoderm abundance, seagrass density and water quality on both locations showed a positive relationship and influenced by water quality parameters, namely temperature and DOM (dissolved organic matter).

**Keywords:** Echinoderm, seagrass, diversity, evenness, dominance.

**STRUKTUR KOMUNITAS ECHINODERMATA PADA EKOSISTEM  
LAMUN DI PULAU MAHITAM DAN PANTAI KETAPANG,  
KABUPATEN PESAWARAN, LAMPUNG**

**Oleh**

**Muhammad Fadhil Priyambodo**

**Skripsi**

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

**Pada**

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



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2023**

Judul Skripsi : **STRUKTUR KOMUNITAS ECHINODERMATA PADA EKOSISTEM LAMUN DI PULAU MAHITAM DAN PANTAI KETAPANG, KABUPATEN PESAWARAN, LAMPUNG**

Nama Mahasiswa : **Muhammad Fadhil Priyambodo**

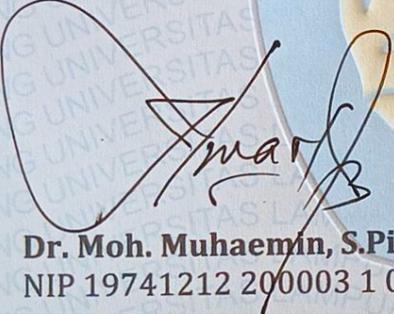
Nomor Pokok Mahasiswa : **1814221005**

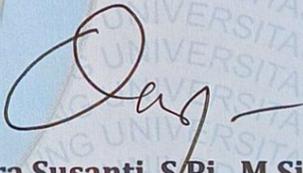
Jurusan/Program Studi : **Perikanan dan Kelautan/Illmu Kelautan**

Fakultas : **Pertanian**

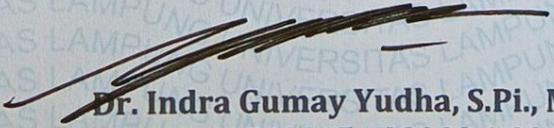


1. **Komisi Pembimbing**

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

  
**Oktora Susanti, S.Pi., M.Si.**  
NIP 19881001 201903 2 014

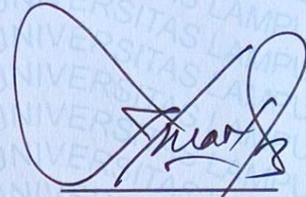
2. **Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan**

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

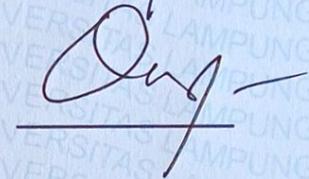
**MENGESAHKAN**

**1. Tim Penguji**

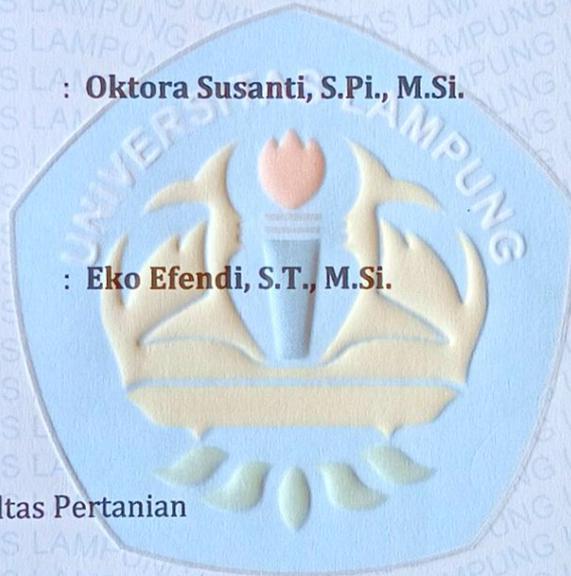
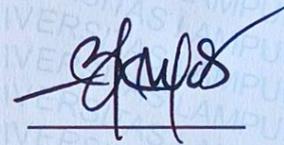
**Ketua : Dr. Moh. Muhaemin, S.Pi., M.Si.**



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



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



**2. Dekan Fakultas Pertanian**



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

**NIP.19611020 198603 1 002**

**Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 06 Juni 2023**

## PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Fadhil Priyambodo

NPM : 1814221005

Judul Skripsi : Struktur Komunitas Echinodermata pada Ekosistem Lamun di Pulau Mahitam dan Pantai Ketapang, Kabupaten Pesawaran, Lampung.

Menyatakan bahwa skripsi yang saya tulis adalah murni hasil karya saya sendiri berdasarkan pengetahuan dan data yang saya dapatkan. Karya ini belum pernah dipublikasikan sebelumnya dan bukan plagiat dari hasil karya orang lain. Demikian pernyataan ini saya buat, apabila di kemudian hari terbukti ditemukan kecurangan dalam karya ini, maka saya siap bertanggung jawab.

Bandar Lampung, 09 September 2023



Muhammad Fadhil Priyambodo

## RIWAYAT HIDUP



Penulis lahir di Tanjung Karang Timur, Kota Bandar Lampung, Lampung pada tanggal 29 Mei 2000. Penulis merupakan anak ketiga dari 4 bersaudara dari Bapak Subandi dan Ibu Indah Fitriani. Penulis memulai pendidikan di Sekolah Dasar (SD) Al Azhar 1 Bandar Lampung (2006-2012), Sekolah Menengah Pertama (SMP) IT Miftahul Jannah Bandar Lampung (2012-2015), dan Sekolah Menengah Atas (SMA) Al Azhar 3 Bandar Lampung (2015-2018). Penulis melanjutkan pendidikan ke jenjang sarjana (S1) pada pertengahan tahun 2018 di Universitas Lampung, Fakultas Pertanian, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Prodi Ilmu Kelautan melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN).

Selama menjadi mahasiswa penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Kelurahan Tanjung Senang dan melaksanakan Praktik Umum (PU) di Pantai Ketapang Pesawaran dengan judul “Analisis Hubungan Kelimpahan Bivalvia dengan Kerapatan Lamun di Pantai Ketapang, Desa Batu Menyan, Kecamatan Teluk Pandan, Kabupaten Pesawaran, Provinsi Lampung”. Penulis pernah menjadi asisten mata kuliah Renang, Ekologi Perairan, Ekologi Laut Tropis, Botani Laut dan Biologi Laut. Penulis juga aktif di organisasi tingkat jurusan, yaitu Himpunan Mahasiswa Perikanan dan Kelautan (Himapik) FP Unila sebagai anggota Bidang Kewirausahaan periode 2019-2021. Penulis juga aktif organisasi tingkat fakultas, yaitu Badan Eksekutif Mahasiswa (BEM) FP Unila sebagai kepala Departemen Dana dan Usaha kepengurusan periode 2021-2022.

## **MOTTO HIDUP**

Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya  
(QS. Al-Baqarah: 286)

Aku sudah pernah merasakan semua kepahitan dalam hidup dan yang paling pahit  
ialah berharap kepada manusia  
(Ali bin Abi Thalib)

Apa yang melewatkanmu tidak akan pernah menjadi takdirku, dan apa yang  
ditakdirkan untukku tidak akan pernah melewatkanmu  
(Umar bin Khattab)

## **PERSEMBAHAN**

Bismillahirrahmanirrahim. Dengan rasa cinta dan sayang kepada sang maha pencipta alam semesta yaitu Allah SWT, sembah sujud syukur atas diberikannya ketabahan, kekuatan, kesehatan, dan keberkahan dalam menuntut ilmu. Shalawat dan salam turunkan kepada Baginda Nabi Muhammad SAW atas kelancaran yang diberikan oleh-Nya hingga akhirnya skripsi ini dapat terselesaikan dengan cukup baik.

Kupersembahkan skripsi sederhana ini kepada:

Ayah dan Ibu tercinta

Karya sederhana ini saya persembahkan dengan rasa hormat dan terima kasih sepenuhnya kepada Ayah (Subandi) dan Ibu (Indah Fitriani). Orang tua yang selalu mendukung dalam segala hal sehingga saya bisa berada pada tahap ini. Terima kasih atas segala dorongan, doa, dan nasihat yang tidak pernah berhenti diberikan. Semoga ini menjadi langkah awal untuk membuat Ayah dan Ibu bangga serta bahagia.

Kakak dan adik tersayang, terima kasih telah mendukung dan memberi semangat dalam menyelesaikan skripsi ini, serta terima kasih banyak kepada sahabat serta orang terdekat yang telah banyak memberikan dukungan dan semangat.

Serta

Almamater tercinta, Universitas Lampung

## UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur dipanjatkan pada ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan kasih sayang-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan penyusunan skripsi dengan judul “Struktur Komunitas Echinodermata pada Ekosistem Lamun di Pulau Mahitam dan Pantai Ketapang, Kabupaten Pesawaran, Lampung”.

Penyusunan skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memenuhi kelulusan pada Universitas Lampung, Fakultas Pertanian Jurusan Ilmu Kelautan. Penulisan skripsi ini dapat terlaksana dengan baik berkat dukungan dari banyak pihak. Untuk itu, pada kesempatan ini diucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si selaku Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Lampung,
2. Dr. Indra Gumay Yudha, S.Pi., M.Si selaku Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan,
3. Dr. Hengky Mayaguezz, S.Pi., M.T selaku Ketua Program Studi Ilmu Kelautan
4. Dr. Moh. Muhaemin, S.Pi., M.Si selaku Dosen Pembimbing I,
5. Oktora Susanti, S.Pi., M.Si selaku Dosen Pembimbing II,
6. Eko Effendi, S.T., M.Si selaku Dosen Pembahas,
7. kedua orang tua penulis, serta kakak dan adik penulis yang selalu memberi dukungan semangat, doa, canda tawa dan materi.
8. Agung, Daffa, Fatan, Ferdina, Indah, Ismawan, dan Yusuf yang selalu membantu proses penyelesaian penelitian di lapangan,
9. Teman-teman seperjuangan Program Studi Ilmu Kelautan angkatan 2018 yang telah memberikan pembelajaran dan kerja sama masa perkuliahan,

10. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah membantu dalam penyusunan dan penyelesaian skripsi ini.

Penulis mengharapkan agar skripsi ini dapat memberikan informasi serta ilmu bagi setiap pembacanya.

Bandar Lampung, 09 September 2023

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized initials and a surname, enclosed within a circular scribble.

Muhammad Fadhil Priyambodo

## DAFTAR ISI

Halaman

<b>DAFTAR ISI</b> .....	xiii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xvi
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xvii
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan Penelitian .....	3
1.3 Manfaat Penelitian .....	3
1.4 Kerangka Pikir Penelitian .....	4
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	6
2.1 Echinodermata .....	6
2.2 Klasifikasi Echinodermata .....	7
2.3 Faktor Pembatas Echinodermata.....	11
2.4 Ekosistem Lamun.....	13
2.5 Faktor Pembatas Lamun .....	14
2.6 Indeks Ekologi .....	17
2.6.1 Indeks Keanekaragaman Jenis ( $H'$ ) .....	17
2.6.2 Indeks Keseragaman Jenis ( $E$ ) .....	17
2.6.3 Indeks Dominansi ( $C$ ).....	17
<b>III. METODOLOGI</b> .....	19
3.1 Waktu dan Tempat .....	19
3.2 Alat dan Bahan.....	20
3.3 Prosedur Penelitian .....	21

3.3.1 Penentuan Stasiun Penelitian .....	21
3.3.2 Sampling Echinodermata dan Lamun .....	22
3.3.3 Pengamatan Echinodermata.....	23
3.3.4 Pengamatan Lamun.....	23
3.3.5 Sampling Kualitas Perairan dan Sedimen.....	24
3.4 Analisis data.....	27
3.4.1 Echinodermata .....	27
3.4.2 Ekosistem Lamun .....	32
3.4.3 <i>Principal Component Analysis</i> (PCA).....	35
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>37</b>
4.1 Struktur Komunitas Echinodermata.....	37
4.1.1 Komposisi Jenis Echinodermata .....	37
4.1.2 Indeks Ekologi Echinodermata .....	40
4.1.3 Pola Sebaran Echinodermata .....	42
4.1.4 Indeks Similiaritas .....	43
4.2 Ekosistem Lamun.....	44
4.2.1 Kerapatan Rata-rata Lamun .....	44
4.2.2 Indeks Ekologi Lamun .....	45
4.2.3 Indeks Nilai Penting (INP) Lamun .....	48
4.3 Parameter Kualitas Perairan.....	49
4.4 Analisis Keterkaitan Parameter Lingkungan dan Struktur Komunitas .....	54
<b>V. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>57</b>
5.1 Simpulan .....	57
5.2 Saran .....	57
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>58</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>67</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Titik kordinat penelitian .....	20
2. Alat-alat penelitian.....	20
3. Bahan-bahan penelitian .....	21
4. Kriteria kandungan bahan organik total .....	26
5. Klasifikasi ukuran sedimen.....	27
6. Kategori indeks kekayaan jenis .....	28
7. Kategori indeks keanekaragam ( $H'$ ).....	29
8. Kategori indeks keseragaman (E).....	29
9. Kategori indeks dominansi (C).....	30
10. Kategori indeks morisita .....	31
11. Kategori indeks similiaritas.....	32
12. Skala kondisi kerapatan lamun.....	33
13. Komposisi dan jumlah jenis echinodermata (individu) di Pantai Ketapang dan Pulau Mahitam .....	37
14. Pola sebaran echinodermata di Pantai Ketapang dan Pulau Mahitam .....	43
15. Indeks nilai penting lamun di Pantai Ketapang dan Pulau Mahitam .....	48
16. Kualitas perairan rata-rata Pantai Ketapang.....	50
17. Kualitas perairan rata-rata Pulau Mahitam .....	50
18. Struktur sedimen di Pantai Ketapang dan Pulau Mahitam .....	53

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka pikir penelitian .....	6
2. Peta lokasi penelitian .....	20
3. Kuadran transek 1x1 m <sup>2</sup> .....	23
4. Sketsa transek .....	23
5. Indeks kekayaan jenis echinodermata di Pantai Ketapang dan Pulau Mahitam .....	40
6. Keanekaragaman (H') echinodermata di Pantai Ketapang dan Pulau Mahitam .....	41
7. Keseragaman (E) echinodermata di Pantai Ketapang dan Pulau Mahitam .....	42
8. Dominansi (C) echinodermata di Pantai Ketapang dan Pulau Mahitam .....	43
9. Kerapatan rata-rata lamun di Pantai Ketapang dan Pulau Mahitam .....	46
10. Keanekaragaman (H') lamun di Pantai Ketapang dan Pulau Mahitam .....	47
11. Keseragaman (E) lamun di Pantai Ketapang dan Pulau Mahitam .....	48
12. Dominansi (C) lamun di Pantai Ketapang dan Pulau Mahitam .....	48
13. Hubungan echinodermata, lamun, dan kualitas perairan .....	56
14. Pengambilan data lapangan.....	68
15. Jenis lamun yang ditemukan .....	68
16. Jenis echinodermata yang ditemukan .....	69

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Dokumentasi penelitian.....	67

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Ekosistem lamun merupakan salah satu dari ekosistem pesisir yang memiliki produktivitas yang tinggi. Ekosistem lamun mempunyai fungsi penting sebagai penunjang kehidupan dan perkembangan jasad hidup, yaitu sebagai produsen primer di perairan dangkal, penjebak sedimen serta zat hara, pendaur zat hara, dan sebagai habitat berbagai biota laut dan sumber nutrisi dalam rantai makanan (Rahman, 2017). Ekosistem lamun dihuni dan dimanfaatkan untuk berlindung pada setiap siklus hidup dan menjadi tempat mencari makan bagi biota laut (Supono dan Arbi, 2010).

Biota yang sering ditemukan di ekosistem lamun beragam, mulai dari ikan, moluska, artropoda, penyu, dugong dan echinodermata. Salah satu jenis organisme invertebrata (tidak bertulang belakang) yang hidup pada ekosistem padang lamun yaitu echinodermata. Echinodermata merupakan salah satu komponen utama dari keanekaragaman hayati laut yang memainkan peran penting dalam fungsi ekosistem (Lane, 2014) yaitu pada jaring-jaring makanan sebagai herbivora, karnivora, omnivora, ataupun sebagai pemakan detritus (Yusron, 2013).

Echinodermata merupakan biota asosiasi yang mempunyai peranan penting dalam ekosistem padang lamun. Ekosistem lamun dan echinodermata memiliki hubungan timbal balik yang saling menguntungkan. Keuntungan tersebut adalah ekosistem lamun menjadi tempat tinggal dan tempat mencari makan bagi beberapa spesies echinodermata, sebaliknya echinodermata sebagai pendaur ulang nutrisi

yaitu dengan memakan detritus yang pada akhirnya akan bermanfaat bagi ekosistem padang lamun (Hadi *et al.*, 2011) dan menjadi pembersih di daerah sekitar lingkungan pantai pesisir. Oleh karena itu, kelangsungan ekosistem lamun akan berpengaruh terhadap biota yang bergantung hidup di dalamnya. Namun sayangnya sebagian besar padang lamun di Indonesia dalam kondisi yang terancam dan terus menyusut (Nugraha *et al.*, 2019), sehingga turut mengancam kehidupan echinodermata.

Wilayah laut Kabupaten Pesawaran memiliki persyaratan cukup baik bagi pertumbuhan vegetasi lamun dan terletak di wilayah pesisir yang memiliki kondisi perairan yang relatif bersih, dasar berpasir, dan dangkal sehingga memiliki intensitas cahaya matahari yang baik sepanjang tahun. Ekosistem padang lamun di beberapa daerah pesisir Pesawaran menjadi wilayah penghasil udang rebon dan secara alamiah berperan penting untuk perkembangbiakan berbagai biota laut (Dinas Perikanan Kabupaten Pesawaran, 2022).

Penelitian berlokasi pada salah satu destinasi wisata kabupaten Pesawaran yang terdapat ekosistem lamun, yaitu Pulau Mahitam dan Pantai Ketapang. Pantai Ketapang adalah salah satu wisata pantai yang terletak di Kabupaten Pesawaran, Provinsi Lampung yang dimana memiliki letak pantai yang strategis dan berdekatan dengan Pulau Mahitam sehingga wisatawan banyak yang berkunjung. Konsep wisata bahari Pantai Ketapang didasarkan pada pemandangan, kejernihan air, pasir putih yang mengelilingi garis pantai, pasir timbul yang menghubungkan antara Pantai Ketapang dan Pulau Mahitam yang bisa dilewati pada saat air surut, keindahan *sunset* dan *sunrise* juga tidak kalah menarik serta area yang luas sehingga cocok digunakan untuk kegiatan *outbound* dan *camping ground* (Prayitno *et al.*, 2021).

Berdasarkan 19 objek wisata bahari yang ada di Kabupaten Pesawaran, Pantai Ketapang berpotensi menjadi salah satu potensi wisata bahari yang akan dikembangkan. Alasan Pantai Ketapang mempunyai potensi yang akan dikembangkan karena letak pantai yang strategis dan berdekatan dengan Pulau Mahitam dan

Pantai Ketapang, untuk seterusnya Pantai Ketapang akan diutamakan menjadi pantai yang memiliki daya tarik bagi wisatawan. Pantai Ketapang termasuk dalam wisata bahari yang dikembangkan tentu akan menjadikan keuntungan bagi Kabupaten Pesawaran, misalnya meningkatkan kunjungan wisatawan yang berdampak pada meningkatnya pendapatan daerah (Rahman *et al.*, 2021)

Hingga kini data terkait dengan keberadaan echinodermata dan ekosistem lamun di Pulau Mahitam dan Pantai Ketapang masih belum tersedia, ketersediaan data tersebut dapat membantu dalam penentuan kebijakan terkait pengelolaan ekologi dan ekosistem lamun serta biota yang ada. Hubungan keberadaan echinodermata dan ekosistem lamun sangat penting, maka perlu dilakukan penelitian mengenai struktur komunitas echinodermata pada ekosistem lamun. Hal tersebut diharapkan dapat memberikan gambaran dan informasi terkini tentang keadaan struktur komunitas echinodermata pada ekosistem lamun di Pulau Mahitam dan Pantai Ketapang.

## **1.2 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian, yaitu:

1. Menganalisis struktur komunitas echinodermata di kawasan ekosistem lamun Pulau Mahitam dan Pantai Ketapang.
2. Menganalisis struktur komunitas lamun di kawasan ekosistem lamun Pulau Mahitam dan Pantai Ketapang.
3. Menganalisis hubungan antara kelimpahan echinodermata, kerapatan lamun dan kualitas perairan di Pulau Mahitam dan Pantai Ketapang.

## **1.3 Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian yaitu dapat menjadi informasi dan acuan mengenai kondisi dan jenis echinodermata di Pulau Mahitam dan Pantai Ketapang serta keterkaitannya

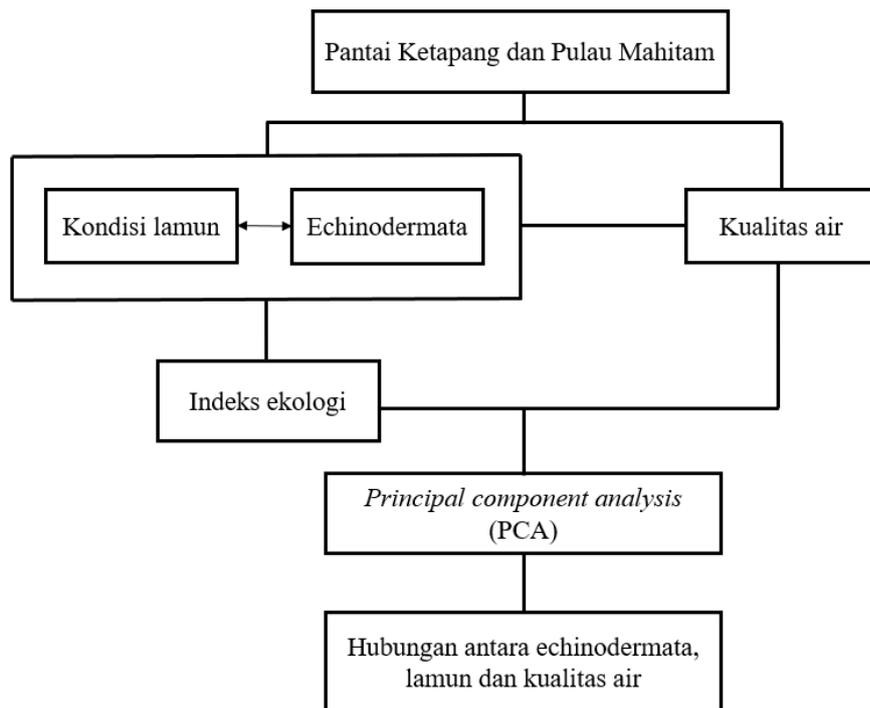
dengan habitat ekosistem lamun dan kualitas air yang berada pada lokasi penelitian.

#### **1.4 Kerangka Pikir Penelitian**

Pulau Mahitam dan Pantai Ketapang mempunyai salah satu di antara ekosistem pendukung pesisir yaitu ekosistem lamun. Ekosistem lamun menjadi habitat bagi biota laut salah satunya adalah echinodermata. Kondisi dan kualitas perairan pada Pulau Mahitam dan Pantai Ketapang memiliki pengaruh terhadap biota yang ada pada kedua lokasi tersebut. Kualitas perairan memengaruhi kehidupan berbagai organisme laut beserta habitatnya seperti echinodermata dan lamun terutama pada indeks ekologi.

Indeks ekologi pada lamun dan echinodermata terdiri dari keanekaragaman, keseragaman, kelimpahan, dan dominansi. Indeks ekologi lamun dan echinodermata saling berinteraksi dengan kualitas air pada Pantai Ketapang dan Pulau Mahitam. Hubungan yang terjadi antar biota 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, echinodermata, dan kualitas air didapat dari hasil analisis PCA (*principal component analysis*). Hubungan yang terjadi dapat meningkatkan bahkan menurunkan salah satu komponen yang ada pada lamun, echinodermata dan kualitas air. Berdasarkan hal tersebut, kerangka pikir dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka pikir penelitian

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Echinodermata

Echinodermata berasal dari kata Yunani yaitu *echinos* berarti duri dan *derma* artinya kulit. Jadi, dapat diartikan echinodermata adalah kelompok hewan triploblastik yang memiliki ciri khas adanya rangka dalam (endoskeleton) berduri yang menembus kulit. Hewan-hewan tersebut juga mudah dikenali dari bentuk tubuhnya. Kebanyakan memiliki simetri radial, khususnya simetri radial pentamer (terbagi lima) (Arnone *et al.*, 2015).

Echinodermata mempunyai kulit keras yang tersusun dari zat kapur dengan lima lengan berbentuk seperti jari, dan organ-organ tubuh yang berjumlah/kelipatan lima. Pada umumnya echinodermata bertubuh kasar karena memiliki tonjolan kerangka dan duri di tubuhnya. Bentuk tubuh echinodermata memiliki ciri khas, yaitu bersifat simetri radial dengan penguat tubuh dari zat-zat kapur dengan adanya tonjolan duri-duri dan simetri radialnya berevolusi secara sekunder. Kulit echinodermata mempunyai lempeng-lempeng zat kapur dengan duri-duri kecil, hidupnya bebas hanya gerakannya yang pelan. Echinodermata tidak memiliki kepala dan tubuhnya tersusun dalam sumbu oral-aboral. Ciri khas dari echinodermata mempunyai sistem pembuluh air (*water vascular system*), suatu jaringan saluran hidrolik yang bercabang menjadi penjuruan yang disebut kaki tabung (*tube feet*) yang berfungsi dalam lokomosi, makan, dan pertukaran gas (Lariman, 2010).

Echinodermata termasuk biota yang sensitif akan perubahan karakteristik perairan sehingga dapat dijadikan bioindikator terhadap kondisi ekologis suatu perairan. Echinodermata lebih memilih air dengan kualitas tertentu yang umumnya dapat

ditemukan melimpah pada perairan yang jernih dan tenang. Keberadaan echinodermata dapat dijumpai pada ekosistem lamun, dan keberadaannya sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, seperti temperatur, salinitas, kondisi substrat, dan habitat sangat menentukan sebaran echinodermata (Radjab *et al.*, 2014).

Echinodermata memiliki peran yang sangat penting baik secara ekologis maupun ekonomis. Secara ekologis, keberadaan echinodermata sangat berpengaruh penting terhadap tingkat kesuburan substrat dasar perairan secara tidak langsung echinodermata adalah biota bentik pemakan deposit (*deposit feeder*) yang mencerna sejumlah besar sedimen, yang memungkinkan untuk terbentuknya oksigenisasi lapisan atas sedimen. Proses tersebut mencegah terjadinya penumpukan pembusukan bahan-bahan organik dan membantu mengontrol hama dan bakteri-bakteri patogen tertentu (Darsono, 2007). Echinodermata merupakan komponen penting dalam jaring-jaring makanan di laut. Beberapa peran dari echinodermata yaitu sebagai predator (asteroidea), herbivor (echinoidea), dan detritivor (ophiuroida, holothuroidea, dan crinoidea) (Hickman *et al.*, 2002).

Filum echinodermata dibagi dalam lima golongan utama, yaitu teripang (holothuroidea), bintang laut (asteroidea), bintang ular (ophiuroida), bulu babi (echinoidea) dan lili laut (crinoidea). Di Indonesia dan sekitarnya (kawasan Indo Pasifik Barat) terdapat teripang sebanyak kurang lebih 141 jenis, bintang laut 87 jenis, bintang ular 142 jenis, bulu babi 84 jenis, dan lili laut 91 jenis (Yusron, 2013).

## 2.2 Klasifikasi Echinodermata

Berdasarkan Brotowidjoyo (1994), filum echinodermata dikelompokkan menjadi 5 kelas di antaranya :

### A. Kelas asteroidea (bintang laut)

Bintang laut di dunia saat ini diperkirakan sekitar 1.900 jenis, yang termasuk ke dalam kelas asteroidea, yang terdiri dari 4 bangsa (ordo), 36 suku (famili), dan 370 marga (genus) Hartati *et al.* (2018).

Hampir seluruh bintang laut mempunyai lima lengan, terkadang pula ditemui hanya memiliki empat bahkan enam lengan. Apabila salah satu lengan terputus maka lengan baru akan terbentuk dengan segera karena adanya regenerasi pada hewan tersebut. Secara umum, bintang laut mempunyai badan yang relatif tipis. Kondisi lengan yang kaku dan menyukai habitat substrat yang berpasir membuatnya mudah dibedakan dengan bintang ular laut. Posisi bintang laut selalu mendarat, di bagian atas yang merupakan sisi dorsal tubuh, terletak ujung sistem pencernaan (anus), sistem reproduksi (*gonopore*) dan sistem air (*madreporit*). Bagian bawahnya merupakan sisi ventral, terdapat mulut dan kaki-kaki tabung (*tube feet*). Tubuh bintang laut relatif keras karena dibentuk oleh kerangka eksternal dari bahan kapur (Purwati dan Arbi, 2012). Bintang laut tidak memiliki nilai ekonomis untuk dimakan dan diperjualbelikan seperti filum echinodermata lainnya yaitu teripang dan bulu babi. Namun, secara ekologis, bintang laut memiliki fungsi sebagai pembersih serasah detritus di zona intertidal. Keberadaan dari bintang laut yaitu sebagai hewan yang berasosiasi dengan terumbu karang, pembersih pantai dari material organik sehingga merupakan salah satu bioindikator laut yang masih bersih.

#### B. Kelas Echinoidea (bulu babi)

Bulu babi sendiri dikelompokkan ke dalam kelas echinodermata yang dibagi menjadi dua subkelas, yaitu perischoechinoidea dan echinoidea, dan terdapat sekitar 800 jenis bulu babi di seluruh dunia. Subkelas perischoechinoidea terbagi menjadi satu bangsa (*ordo*) dan dua suku (*famili*), sedangkan pada subkelas echinoidea terbagi menjadi 14 bangsa dan 44 suku (Yulianto, 2012).

Secara morfologi kelas echinoidea dibagi dalam dua subkelas utama, yaitu bulu babi beraturan (*regular sea urchin*) dan bulu babi tidak beraturan (*irregular sea urchin*). Bentuk tubuh bulu babi regularia adalah simetri pentaradial yaitu hampir berbentuk bola, sedangkan bulu babi iregular memperlihatkan bentuk simetri bilateral yang bervariasi. Kebanyakan bulu babi mempunyai 2 macam duri, duri panjang atau utama dan duri pendek atau sekunder (Suwignyo *et al.*, 2005). Bulu babi merupakan salah satu organisme laut yang mempunyai nilai ekonomis dan ekologis yang penting. Pada saat ini bulu babi beraturan saja yang memiliki nilai

konsumsi bagian utama yang dimanfaatkan dari bulu babi ini adalah gonad (telur) (Laning *et al.*, 2014).

Secara umum bulu babi tersebar hampir di seluruh daerah subtidal hingga daerah intertidal di dunia. Bulu babi banyak terdapat pada kedalaman 2 hingga 30 m di bawah permukaan laut, tetapi ada pula yang berada hingga 100 m di bawah permukaan laut. Sebagian besar bulu babi hidup di daerah terumbu karang yang ditumbuhi dengan alga. Selain itu, bulu babi juga terdapat pada daerah padang lamun dengan substrat yang agak keras seperti pasir atau campuran antara pasir dan karang (Kelly *et al.*, 2007).

### C. Kelas ophiuroidea (bintang mengular)

Kelompok bintang mengular (ophiuroidea) terdiri atas 3 bangsa (ordo), 16 suku (famili), dan 276 marga (genus). Pada saat ini diperkirakan terdapat sekitar 1.600 jenis (spesies) bintang mengular (Aziz, 1991). Tubuh bintang mengular seperti bola cakral kecil dengan 5 buah lengan bulat panjang. Tiap-tiap lengan terdiri atas ruas-ruas yang sama. Bintang ular laut memiliki cakram pusat serta lengan-lengan yang panjang dan fleksibel. Dasar kaki tabung dari bintang mengular tidak memiliki cakram pipih seperti yang ditemukan pada bintang laut, namun mensekresikan zat adesif. Bintang mengular dapat menggunakan kaki tabungnya untuk mencengkeram substrat. Beberapa spesies merupakan pemakan suspensi, sedangkan yang lain merupakan predator atau pemakan bangkai (Campbell dan Jane, 2010).

Kaki tabung tanpa penghisap dan tidak berfungsi sebagai alat gerak, akan tetapi bertindak sebagai alat sensoris dan membantu sistem respirasi. Tidak mempunyai anus dan mulut terletak di pusat tubuh serta dikelilingi oleh lima kelompok lembaran kapur yang berfungsi sebagai rahang. Habitatnya di laut dangkal dalam, bersembunyi di bawah batu-batu karang atau rumput laut, menguburkan diri dalam lumpur atau pasir dan aktif pada malam hari. (Rusyana, 2011).

#### D. Kelas holothuroidea (teripang)

Teripang merupakan hewan berkulit duri sehingga tergolong dalam filum echinodermata. Tubuh teripang secara umum berbentuk silindris memanjang seperti bentuk timun sehingga sering disebut timun laut. Teripang yang sudah dideskripsikan ada sekitar 1.250 jenis, dapat dibedakan dalam enam bangsa (ordo) yaitu dendrochirotida, aspidochirotida, dactylochirotida, apodida, molpadida, serta elaspoda (Darsono, 2007). Dari 1.250 spesies tersebut terdapat 257 spesies tersebar di seluruh perairan Indonesia (Ghufran dan Kordi, 2011).

Teripang adalah hewan bentik yang lambat pergerakannya dan hidup pada dasar dengan substrat pasir atau lumpur. Habitat teripang adalah ekosistem terumbu karang, lamun dan zona intertidal sampai dengan kedalaman 40 meter. Teripang hampir ditemui di seluruh pantai, mulai dari daerah pasang surut yang dangkal hingga perairan yang lebih dalam. Teripang menyukai dasar berpasir halus yang banyak ditumbuhi tanaman pelindung, seperti lamun dan sejenisnya serta bebas dari hamparan ombak. Kondisi yang ideal bagi pertumbuhan dan kehidupan teripang adalah perairan yang bersih dan jernih serta relatif tenang dengan suhu 28-31°C dan salinitas 30-34 ppt (Andirisnanti, 2012). Pada kelompok teripang dikenal dua cara makan, yaitu menangkap plankton dengan tentakel (dendrochirotida) dan dengan menelan pasir kemudian mengambil detritus yang terkandung (aspidochirotida). Pasir yang ditelan oleh teripang tersebut kemudian akan dikeluarkan kembali melalui anus.

#### E. Kelas crinoidea (lili laut)

Crinoidea digolongkan dalam dua kelompok besar yaitu comatulida atau lili laut yang hidup bebas dan dapat berpindah tempat, dan "*stalked crinoid*" atau lili laut bertangkai. Kelompok lili laut yang disebutkan belakangan ini, hidupnya di dasar laut dan tidak bisa berpindah tempat. Lili laut yang hidup saat ini dapat diperkirakan sekitar 690 jenis (spesies), yang termasuk dalam kelas crinoidea. Kelas crinoidea ini hanya terdiri dari satu anak kelas, yaitu Articulata. Anak kelas articulata ini terdiri dari 3 bangsa (ordo), 20 suku (famili), dan 169 marga. Jenis-jenis comatulida terutama hidup di perairan dangkal antara 0 meter sampai 100 meter,

terutama di tempat-tempat yang bersubstrat keras dan berarus kuat, sedangkan kelompok crinoidea bertangkai adalah penghuni laut dalam (200-6.000 m).

Crinoidea dikenal sebagai lili laut atau lilia laut yaitu hewan yang mempunyai lengan bercabang serta anus dan mulut berada di permukaan oral, kaki tabungnya tidak mempunyai saluran penghisap, dan alur ambulakralnya terbuka, tidak memiliki madreporit, duri ataupun pedicellaria (Romimohtarto dan Juwana, 2001). Hewan tersebut mirip tumbuhan karena bentuknya menyerupai bunga lili. Kulitnya tersusun dari zat kitin. Hewan tersebut biasanya melekat pada dasar perairan. Jika lingkungan tidak memungkinkan, misalnya makanan habis atau keselamatannya terancam, ia akan pindah ke tempat lain yang sesuai dan aman.

### **2.3 Faktor Pembatas Echinodermata**

#### **A. Suhu**

Salah satu parameter fisika yang memengaruhi kelimpahan dan penyebaran biota laut adalah suhu. Suhu memengaruhi proses fisiologi dan pertumbuhan. Peningkatan suhu mengakibatkan oksigen terlarut akan menurun, dan akan mengakibatkan berkurangnya aktivitas biota perairan. Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 22 Tahun 2021, suhu optimum untuk biota laut yang berada di ekosistem lamun adalah 28-30°C. Suhu optimal yang diperlukan oleh biota echinodermata untuk bertahan hidup dalam kisaran 20-36°C. Batas toleransi tertinggi yaitu 36°C, apabila suhu air di atas 36°C maka biota laut akan mengalami stres (Aziz, 1998).

#### **B. Salinitas**

Salinitas merupakan faktor abiotik yang berperan dalam persebaran biota laut. Perairan dengan salinitas rendah atau salinitas yang tinggi menjadi faktor penghambat terhadap persebaran biota laut. Salinitas merupakan faktor penting untuk distribusi, kelimpahan, dan keanekaragaman biota laut. Salinitas yang sesuai untuk hidup filum echinodermata, adalah salinitas 30-36‰ (Aziz, 1995). Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 22 Tahun 2021, baku

mutu air laut untuk biota laut khususnya salinitas yang ada di ekosistem lamun adalah 33-34‰

### C. pH

Salah satu faktor abiotik yang memengaruhi organisme di laut adalah pH. Tinggi rendahnya dapat dipengaruhi tingkat ketahanan hidup suatu organisme yang menempati suatu perairan laut. Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 22 Tahun 2021, baku mutu air untuk biota laut di ekosistem lamun untuk pH berada antara 7 – 8,5.

### D. DO (*dissolved oxygen*)

DO atau *dissolved oxygen* atau yang sering disebut oksigen terlarut. Keberadaan DO sangat penting di perairan karena hampir semua biota air (kecuali mamalia) tidak mampu mengambil oksigen udara. Oksigen berfungsi sebagai senyawa pengoksidasi dalam dekomposisi material organik yang akan menghasilkan zat hara. Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 22 Tahun 2021, baku mutu oksigen terlarut untuk biota laut yaitu >5 mg/l.

### E. Kecerahan

Cahaya menjadi pengaruh besar bagi biota laut namun secara tidak langsung, yaitu sebagai sumber energi untuk proses fotosintesis tumbuh-tumbuhan yang menjadi sumber makanan serta penyedia oksigen bagi biota laut. Cahaya juga merupakan faktor penting dalam hubungan dengan adanya perpindahan populasi hewan laut selain itu menjadi stimulus waktu harian dan ritme musiman (hewan dan tumbuhan). Dengan adanya cahaya dapat memengaruhi aktivitas pergerakan dari hewan tertentu (Romimohtarto dan Juwana, 2001).

### F. Kecepatan Arus

Kecepatan arus dapat memengaruhi kelimpahan dan keanekaragaman biota echi-  
nodermata karena pengendapan sedimen atau komposisi substrat dasar yang menjadi salah satu suplai makanan untuk biota echi-  
nodermata bergantung pada kecepatan arus. Selain itu, kecepatan arus juga memengaruhi bentuk adaptasi dari

biota echinodermata terhadap perubahan kondisi lingkungan. Martoyo *et al.* (2006), menjelaskan bahwa teripang hidup dan berkembang dengan baik pada perairan yang tenang. Kecepatan arus yang cocok untuk hidup teripang adalah 0,30-0,50 m/det.

#### G. Bahan Organik Terlarut (BOT)

Salah satu bioindikator kualitas perairan adalah bahan organik, karena bahan organik secara alamiah berasal dari perairan melalui beberapa proses, di antaranya proses penguraian, pelapukan, ataupun dekomposisi tumbuh-tumbuhan dan sisa-sisa organisme mati. Bahan organik juga mempunyai manfaat sebagai pendukung kehidupan fitoplankton di suatu perairan, karena aliran nutrien yang berasal dari sungai ke laut, sehingga ketersediaan unsur hara di dalam perairan dapat menjadi indikator kesuburan suatu perairan (Marwan *et al.*, 2015).

#### H. Tipe Sedimen/Substrat

Tipe substrat memengaruhi kelimpahan echinodermata karena ketersediaan pakan yang berbeda di setiap substrat. Partikel sedimen atau substrat mempunyai ukuran yang bervariasi, mulai yang besar sampai halus. Ukuran butir sedimen atau substrat sangat penting dalam mengontrol kemampuan sedimen untuk menahan dan mensirkulasi air dan udara. Sirkulasi air melalui ruang pori sedimen adalah penting karena pergerakan air ini dapat memperbaharui suplai oksigen dan suplai makanan. Ukuran sedimen dapat memengaruhi suatu kandungan bahan organik di perairan (Ira, 2011).

## 2.4 Ekosistem Lamun

Ekosistem lamun merupakan hamparan lamun yang terletak di antara ekosistem mangrove dan terumbu karang. Lamun merupakan satu-satunya tumbuhan berbunga (*Angiospermae*) yang mampu hidup pada salinitas tinggi dan terendam air (Azkab, 2006). Ekosistem lamun berperan penting sebagai penunjang kehidupan (produsen primer) dan perkembangan jasad hidup di laut dangkal, penjebak sedimen, serta penjebak zat hara. Padang lamun juga memiliki fungsi sebagai tempat

berlindung (habitat berbagai biota laut) dan sumber nutrisi dalam rantai makanan (Rahman, 2017).

Dalam sistem rantai makanan khususnya pada daun-daun lamun yang berasosiasi dengan alga kecil yang dikenal dengan perifiton dan epifit dari detritus yang merupakan sumber makanan terpenting bagi hewan-hewan kecil, seperti ikan-ikan kecil dan invertebrata kecil seperti contohnya beberapa jenis udang, kuda laut, bivalvia, gastropoda, dan echinodermata. Epifit dapat tumbuh sangat subur dengan cara melekat pada permukaan daun lamun dan sangat digemari oleh udang-udang kecil dan beberapa jenis ikan-ikan kecil. Selain itu, padang lamun juga melindungi hewan-hewan kecil dari serangan predator (Tangke, 2010).

Ekosistem lamun diketahui mendukung berbagai jaringan rantai makanan, baik yang didasari oleh rantai herbivora maupun detritivor. Perubahan rantai makanan dapat terjadi karena adanya perubahan yang cepat dari perkembangan perubahan makanan oleh predator dan adanya perubahan musiman terhadap melimpahnya makanan untuk fauna. Menurut Nybakken (1988), lamun menyumbang ke dalam ekosistem pantai melalui detritus, yaitu melalui serpih-serpih bahan organik (daun, rimpang, dan lainnya) yang membusuk yang diangkut arus laut dan menjadi bahan makanan berbagai organisme pemakan detritus (dekomposer).

## **2.5 Faktor Pembatas Lamun**

### **A. Suhu**

Suhu memengaruhi proses-proses fisiologis seperti fotosintesis, pertumbuhan dan reproduksi bagi lamun. Salah satu proses fisiologis seperti fotosintesis dapat menurun apabila suhu berada di luar kisaran optimal. Menurut Dahuri (2003), kisaran temperatur optimal bagi lamun 28-30°C. Suhu sebesar 38°C dapat mengakibatkan stres pada lamun dan pada suhu sebesar 48°C dapat menyebabkan kematian massal lamun.

## B. Salinitas

Salah satu faktor pembatas pertumbuhan lamun adalah salinitas. Lamun memiliki toleransi salinitas pada kisaran 10-40 ppt, dengan nilai optimum salinitas air laut bagi pertumbuhan lamun yaitu 35 ppt (Dahuri, 2003). Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 22 Tahun 2021, kisaran salinitas yang optimal yaitu pada kisaran 33-34 ppt.

## C. pH

Standar baku mutu air laut khususnya 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. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 22 Tahun 2021, standar baku mutu air laut pH yang optimal untuk pertumbuhan lamun, yakni 7-8,5.

## D. DO (*dissolved oxygen*)

*Dissolved oxygen* atau yang sering disebut oksigen terlarut memiliki peran sangat penting di perairan. Sebagian besar makhluk hidup dalam air membutuhkan oksigen untuk mempertahankan hidupnya, tanaman maupun hewan air sangat bergantung terhadap oksigen terlarut (Effendi, 2003). Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 22 Tahun 2021, baku mutu oksigen terlarut untuk lamun yaitu minimum 5 mg/l.

## E. Kecerahan

Penetrasi cahaya sangat penting bagi pertumbuhan lamun, lamun tumbuh di perairan dangkal membutuhkan cahaya matahari. Kurangnya tingkat penetrasi cahaya matahari dapat menghambat pertumbuhan dan proses fotosintesis yang menjadi tempat perlindungan, berkembang biak, dan mencari makan bagi beberapa biota. Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 22 Tahun 2021, baku mutu kecerahan di ekosistem lamun yaitu di kisaran >3 meter.

#### F. Kecepatan Arus

Kecepatan arus sangat penting bagi ekosistem lamun yaitu berfungsi untuk membersihkan endapan atau partikel-partikel pasir berlumpur yang menempel. Dahuri (2003), menyatakan bahwa kecepatan arus perairan memengaruhi produktivitas ekosistem lamun. Arus dengan kecepatan 0,5 m/s mampu mendukung pertumbuhan lamun dengan baik.

#### G. Bahan Organik Terlarut

Bahan organik terlarut menggambarkan kandungan dari keseluruhan bahan organik suatu perairan yang terdiri dari bahan organik terlarut dan tersuspensi. Bahan organik di dalam sedimen tercipta karena sisa hewan atau tumbuhan yang membusuk. Bahan organik pada di ekosistem lamun berasal dari serasah lamun yang membusuk di sekitar ekosistem lamun. Serasah lamun akan membusuk dan terurai menjadi bahan organik yang dibutuhkan oleh lamun dan beberapa jenis biota, salah satunya echinodermata untuk tumbuh dan berkembang (Mattewakang, 2013).

#### H. Tipe Sedimen/Substrat

Hampir seluruh substrat dapat ditumbuhi lamun, mulai dari substrat berlumpur, berpasir, sampai substrat berbatu. 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 lamun agar tidak terbawa arus dan gelombang dan sebagai media pendaur zat hara. Perbedaan komposisi jenis substrat dapat menyebabkan perbedaan komposisi jenis lamun yang tumbuh. Hal tersebut berdasarkan oleh teori bahwa perbedaan komposisi ukuran butiran pasir akan memengaruhi ketersediaan nutrisi bagi pertumbuhan lamun dan proses dekomposisi dan mineralisasi yang terjadi di dalam substrat (Kiswara, 1992).

## **2.6 Indeks Ekologi**

### **2.6.1 Indeks Keanekaragaman Jenis ( $H'$ )**

Indeks keanekaragaman merupakan jumlah total spesies yang terdapat pada suatu wilayah tertentu. Keanekaragaman dapat digunakan untuk melihat kompleksitas yang terdapat pada suatu komunitas. Semakin tingginya tingkat keanekaragaman maka akan semakin kompleks pula interaksi yang mungkin terjadi antar spesies (Leksono, 2010). Keanekaragaman ( $H'$ ) mempunyai nilai terbesar jika semua individu berasal dari genus atau spesies yang berbeda-beda, sedangkan nilai terkecil didapat jika semua individu berasal dari satu genus atau spesies saja (Odum, 1993).

### **2.6.2 Indeks Keseragaman Jenis ( $E$ )**

Indeks keseragaman ( $E$ ) digunakan untuk mengetahui keadaan suatu spesies yang mendominasi atau bervariasi. Keseragaman dapat menunjukkan keseimbangan dalam suatu pembagian jumlah individu tiap jenis. Nilai keseragaman yang besar disebabkan karena pada komunitas tersebut ditemukan banyak spesies, yang artinya penyebaran jumlah individu pada tiap jenis tidak sama. Indeks keseragaman dengan nilai  $E > 0,6$  menandakan bahwa komunitas tersebut dalam keadaan keseragaman tinggi (Brower *et al.*, 1990).

### **2.6.3 Indeks Dominansi ( $C$ )**

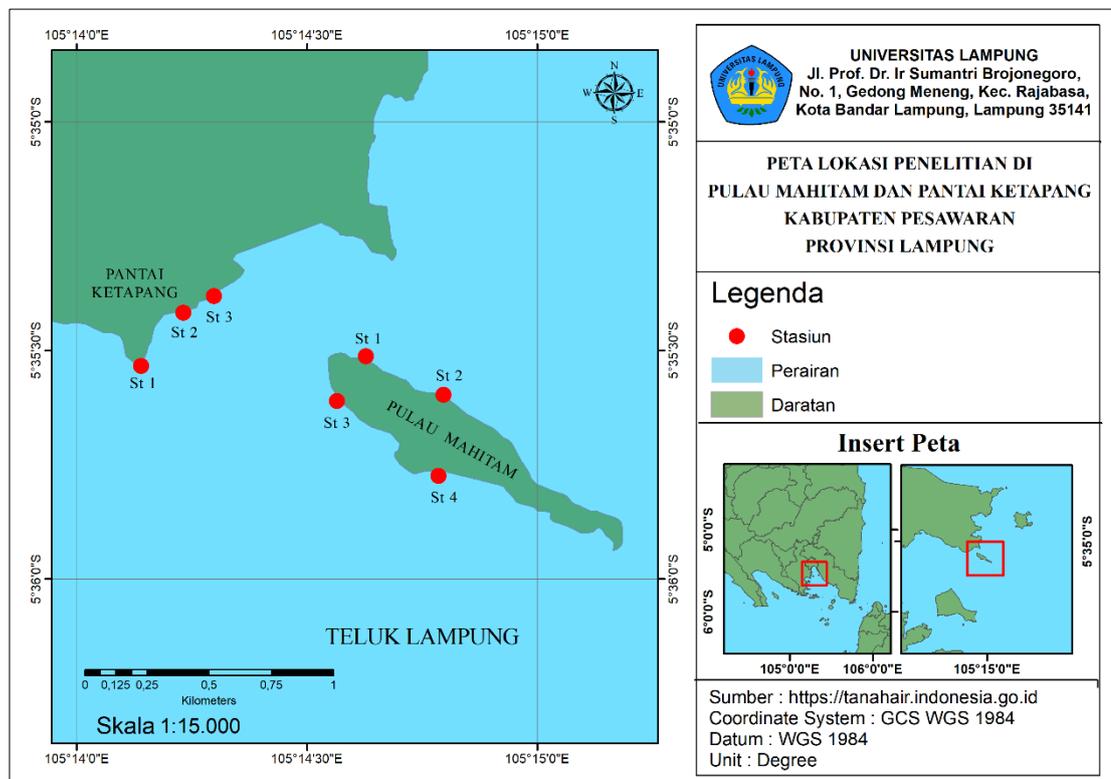
Indeks dominansi ( $C$ ) menjadi indeks yang cukup penting dalam struktur komunitas. Indeks dominansi merupakan indeks yang menggambarkan adanya organisme tertentu yang mendominasi pada sebuah komunitas. Jika nilai suatu indeks dominansi mendekati satu maka terdapat spesies yang mendominasi pada komunitas tersebut, sebaliknya jika nilai indeks dominansi mendekati nol maka tidak terdapat organisme yang mendominasi pada komunitas tersebut. Nilai indeks yang

semakin besar maka semakin besar kecenderungan jenis organisme tertentu yang mendominasi (Odum, 1993).

### III. METODOLOGI

#### 3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan pada bulan Agustus-September 2022 di kawasan ekosistem lamun Pulau Mahitam dan Pantai Ketapang, Kecamatan Teluk Pandan, Kabupaten Pesawaran, Provinsi Lampung. Identifikasi jenis echinodermata dan lamun yang ditemukan dilakukan di lokasi dan Laboratorium Oseanografi, Universitas Lampung. Peta lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Peta lokasi penelitian

Tabel 1. Titik kordinat penelitian

Lokasi	Stasiun	Titik koordinat
Pantai Ketapang	1	5°35'31"LS dan 105°14'06"BT
	2	5°35'26"LS dan 105°14'13"BT
	3	5°35'26"LS dan 105°14'13"BT
Pulau Mahitam	1	5°35'30"LS dan 105°14'37"BT
	2	5°35'35"LS dan 105°14'47"BT
	3	5°35'34"LS dan 105°14'31"BT
	4	5°35'41"LS dan 105°14'38"BT

### 3.2 Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan selama penelitian dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2. Alat-alat penelitian

No	Alat	Fungsi
1	GPS	Penyimpanan titik koordinat geografis pada lokasi atau stasiun penelitian.
2	Transek kuadran (1 x 1 m <sup>2</sup> )	Pembatas daerah pengambilan sampel.
3	<i>Roll meter</i>	Pengukuran batasan pengambilan panjang dan jarak antar stasiun.
4	Buku dan alat tulis	Pencatatan hasil pengamatan.
5	Refraktometer	Pengukuran kadar salinitas.
6	Termometer	Pengukuran suhu.
7	Kamera	Pendokumentasian kegiatan penelitian dan sampel.
8	DO meter	Pengukuran kadar oksigen terlarut.
9	pH meter	Pengukuran derajat keasaman perairan.
10	Plastik <i>zip-lock</i>	Penyimpanan sampel yang akan diidentifikasi.
11	Alat dasar selam	Pengambilan data lamun dan echinodermata.
12	<i>Tagging</i>	Pemberian nomor saat pengamatan.
13	<i>Sieve shaker</i>	Pengukuran besar butiran sedimen.
14	Oven	Pengeringan sedimen.
15	Timbangan digital	Penimbangan sampel sedimen.
16	<i>Current meter</i>	Pengukuran kecepatan arus.

Tabel 3. Bahan-bahan penelitian

No	Bahan	Fungsi
1	Formalin 4%	Pengawetan sampel agar menjaga kondisi.
2	Akuades	Pembersihan alat.

### 3.3 Prosedur Penelitian

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

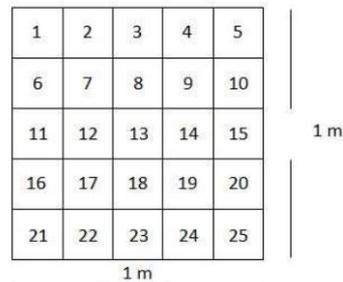
#### 3.3.1 Penentuan Stasiun Penelitian

Stasiun penelitian ditentukan secara visual dengan berdasarkan kriteria masing-masing stasiun pengamatan. Lokasi stasiun penelitian ditentukan dan dibagi menjadi 7 stasiun, yaitu stasiun 1, 2 dan 3 di Pantai Ketapang serta stasiun 1, 2, 3 dan 4 di Pulau Mahitam. Pada stasiun 1 dicirikan dengan cukup banyak aktivitas warga sekitar seperti mencari kerang dan memancing cumi-cumi dan memiliki substrat berpasir dan berbatu. Stasiun 2 merupakan pusat wisata baru serta berhadapan langsung dengan kawasan tambak dan memiliki substrat berpasir dan berlumpur. Stasiun 3 merupakan tempat lalu lalang kapal penyeberangan wisatawan antar Pulau Mahitam serta berhadapan langsung dengan tambak dan kawasan mangrove. Stasiun 3 mempunyai tipe substrat berpasir dan berlumpur.

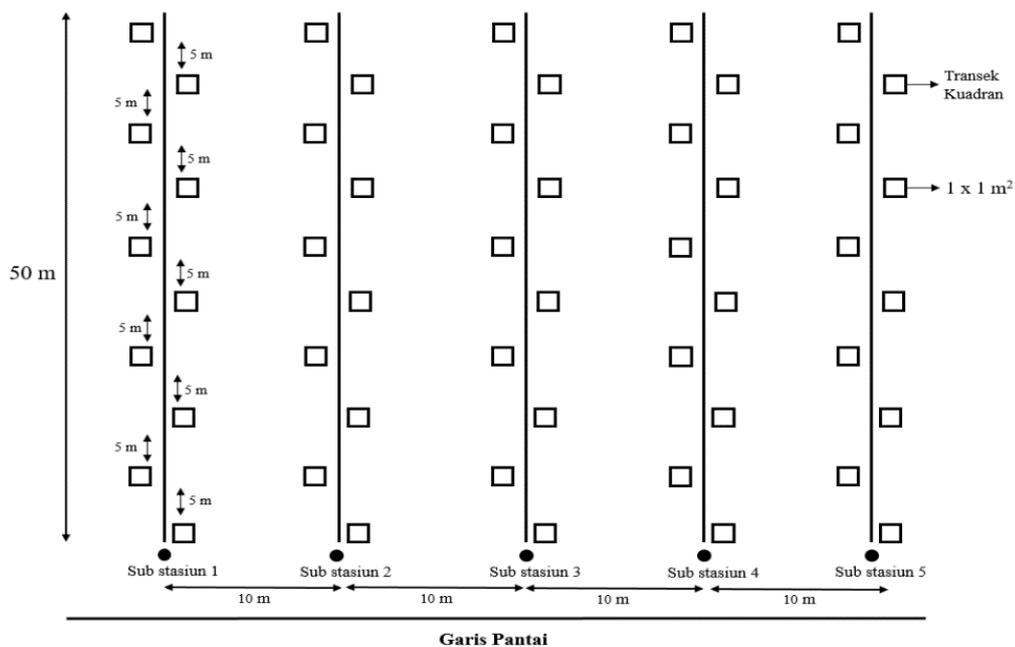
Adapun stasiun 1 Pulau Mahitam adalah kawasan pusat wisata dan memiliki substrat berpasir dan berlumpur. Stasiun 2 Pulau Mahitam merupakan kawasan latihan TNI AL dan memiliki substrat berpasir dan berlumpur. Stasiun 3 Pulau Mahitam adalah kawasan pusat wisata dan memiliki tipe substrat berpasir dan berbatu. Stasiun 4 Pulau Mahitam memiliki substrat berpasir dan berbatu dan merupakan kawasan latihan TNI AL. Penentuan stasiun dan titik pengamatan pada penelitian ini dengan melakukan survei awal secara langsung untuk mengetahui kondisi dan keberadaan echinodermata dan lamun yang mendukung penelitian.

### 3.3.2 Sampling Echinodermata dan Lamun

Pengamatan objek penelitian menggunakan metode garis transek sepanjang 50 meter. Garis transek ditarik sepanjang 50 meter ke arah laut dari pertama kali ditemukannya lamun. Satu stasiun terdiri dari 5 garis transek (substasiun) dengan jarak antara garis transek adalah 10 meter dan pengamatan dilakukan setiap 5 meter sekali. Metode pengamatan echinodermata dan lamun menggunakan transek kuadran dengan ukuran  $1 \times 1 \text{ m}^2$  berdasarkan penelitian Hartati *et al.* (2012) dalam Yunita *et al.* (2020). Keseluruhan pengamatan yang diambil sebanyak 50 sampel (plot) setiap stasiun. Total keseluruhan sampel yang diambil sebanyak 350 sampel (plot). Ilustrasi transek kuadran  $1 \times 1 \text{ m}^2$  dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Kuadran transek  $1 \times 1 \text{ m}^2$



Gambar 4. Sketsa transek

Penentuan transek disesuaikan dengan kondisi dan luasan stasiun yang dihuni lamun dan echinodermata. Sketsa pengambilan sampel echinodermata dan lamun dapat dilihat pada Gambar 4.

### 3.3.3 Pengamatan Echinodermata

Echinodermata di dalam kuadran plot diamati, dihitung, dicatat, dan didokumentasikan. Pengamatan echinodermata yang dihitung dan diamati (jenis dan jumlah individu) adalah echinodermata yang berada di dalam transek pengamatan, kemudian echinodermata difoto untuk identifikasi dan dokumentasi. Echinodermata diidentifikasi mengacu pada situs *marinespecies.org*. Spesies yang ditemukan di Pulau Mahitam dan Pantai Ketapang diidentifikasi dengan menggunakan metode cek *list*. Metode cek *list* adalah metode yang digunakan untuk identifikasi spesies dengan mencocokkan gambar yang sudah ada beserta keterangannya (Ali *et al.*, 2016).

### 3.3.4 Pengamatan Lamun

Pengamatan lamun di lapangan meliputi jenis lamun, jumlah individu, dan tegakan. Kerapatan lamun dihitung dengan jumlah tegakan atau pucuk spesies lamun yang ditemukan di dalam kotak. Lamun yang ditemukan di setiap kotak diidentifikasi langsung di lokasi penelitian dari bentuk daun, rimpang, bunga dan buah-buahan. Kerapatan spesies lamun adalah total jumlah spesies lamun individu dalam satu unit satuan diukur (McKenzie *et al.*, 2009). Spesies lamun diidentifikasi mengacu pada panduan identifikasi lamun (Rahmawati *et al.*, 2014). Setiap jenis spesies yang ditemukan dan tidak dapat diidentifikasi di lapangan dimasukkan ke dalam plastik sampel yang sudah diberi kode sesuai titik pengambilan. Plastik sampel diberi label atau tanda yang telah terisi spesimen. Berikut cara penulisan kode stasiun yaitu sebagai berikut :

Contoh : LM 25

Artinya : LM = Lamun, 2 = Sub Stasiun, 5 = Transek

### 3.3.5 Sampling Kualitas Perairan dan Sedimen

#### A. Suhu

Pengukuran suhu perairan dilakukan dengan menggunakan termometer, cara menggunakan termometer diikat dengan tali pada bagian ujung. Selanjutnya termometer dimasukkan ke dalam air hingga tercelup kemudian ditunggu hingga angka pada termometer telah stabil. Skala yang terdapat di termometer dicatat tanpa mengeluarkan termometer sepenuhnya dari kolom air. Pengukuran suhu dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan pada setiap stasiun penelitian.

#### B. Salinitas

Pengukuran salinitas dilakukan dengan cara prisma refraktometer dikalibrasi menggunakan akuades agar refraktometer menjadi standar. Kemudian sampel air laut diteteskan di lensa pada refraktometer. Nilai skala salinitas dapat dilihat dengan peneropongan pada bagian ujung refraktometer. Pengukuran salinitas dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan pada setiap stasiun penelitian.

#### C. pH

Pengukuran pH suatu perairan diukur menggunakan pH meter. Pengukurannya dilakukan dengan cara menyelupkan pH meter ke dalam air yang akan diukur dan diidentifikasi kadar pH dengan melihat skala pada layar pH meter. Pengukuran pH dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan pada setiap stasiun penelitian.

#### D. DO (*Dissolved Oxygen*)

Pengukuran DO pada suatu perairan diukur menggunakan alat DO meter. Penggunaan alat ini dilakukan dengan mencelupkan alat tersebut ke dalam sampel air yang sudah diambil. Hasil pengukuran dapat dilihat di layar DO meter tersebut. Pengukuran DO dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan pada setiap stasiun penelitian.

### E. Kecepatan Arus

Kecepatan arus diukur menggunakan *current meter* dalam satuan jarak/waktu dengan cara memasukkan sensor dan baling-baling yang telah terpasang ke dalam perairan yang diukur kecepatannya, lalu dicatat hasil yang diperoleh.

### F. Kecerahan

Pengukuran kecerahan dapat diukur menggunakan alat *secchi disk*. Pengukuran kecerahan dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan pada setiap stasiun penelitian. Persamaan untuk mengukur kecerahan perairan, menurut Effendi (2003), adalah sebagai berikut:

$$\frac{D_1+D_2}{2}$$

Keterangan :

$D_1$  = Jarak dari permukaan air sampai *secchi disk* mulai hilang dari pandang (m)

$D_2$  = Jarak dari permukaan air sampai *secchi disk* ditarik keatas tampak samar (m)

### G. Bahan Organik Total (BOT)

Pengukuran bahan organik total dilakukan dengan menggunakan metode *loss on ignition* untuk mengetahui kandungan bahan organik yang terdapat di dalam sedimen. Pengukuran bahan organik total dilakukan dengan cara mengambil sampel sedimen pada setiap titik pengamatan. Kemudian sampel sedimen ditimbang sebanyak 5 g. Sedimen dibakar menggunakan tanur pada suhu 550°C selama 4 jam dan setelah itu didinginkan. Tujuan pembakaran untuk menghilangkan air yang terkandung di dalam sedimen. Sampel yang telah didinginkan kemudian ditimbang beratnya.

Kandungan BOT dihitung dengan persamaan yang ditetapkan oleh (BBAP, 1994), sebagai berikut:

$$\%BO = \frac{W_o - W_t}{W_o} \times 100\%$$

Keterangan :

% BO = Persentase bahan organik sedimen (%)

Wo = Berat material sedimen awal (gr)

Wt = Berat material sedimen yang tersisa setelah pemanasan 550°

Adapun kriteria kandungan bahan organik total (Reynolds, 1971), dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Kriteria kandungan bahan organik total

No	Kandungan BOT (%)	Kriteria
1	>35	Sangat tinggi
2	17 - 35	Tinggi
3	7 - 17	Sedang
4	3,5 - 7	Rendah
5	< 3,5	Sangat rendah

Sumber: Reynolds (1971).

#### H. Tipe Substrat/ Sedimen

Pengambilan sedimen pada setiap stasiun menggunakan sekop dan disimpan ke dalam plastik zip. Sampel yang sudah diambil 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 menggunakan *shieve shaker* 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).

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

Klasifikasi ukuran sedimen berdasarkan skala *wentworth* menurut Hutabarat dan Evans (1984) dalam Aisha *et al.* (2021) dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Klasifikasi ukuran sedimen

Jenis Partikel	Ukuran (mm)
Kerikil besar ( <i>Boulder</i> )	>256
Kerikil kecil ( <i>Gravel</i> )	2 – 256
Pasir sangat kasar ( <i>Very coarse sand</i> )	1 – 2
Pasir kasar ( <i>Coarse sand</i> )	0,5 – 1
Pasir agak kasar ( <i>Medium sand</i> )	0,25 – 0,5
Pasir halus ( <i>Fine sand</i> )	0,125 – 0,25
Pasir sangat halus ( <i>very fine sand</i> )	0,0625 – 0,125
Lanau/debu ( <i>silt</i> )	0,0039 - 0,0625
Lempung ( <i>clay</i> )	<0,0039

Sumber: Hutabarat dan Evans (1984) dalam Aisha *et al.* (2021).

### 3.4 Analisis data

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

#### 3.4.1 Echinodermata

Analisis sampel yang digunakan untuk menghitung echinodermata adalah kelimpahan jenis, indeks kekayaan jenis, indeks keanekaragaman, indeks keseragaman, indeks dominansi, pola distribusi, dan indeks similiaritas.

##### A. Kelimpahan Jenis

Kelimpahan jenis echinodermata dihitung menggunakan persamaan menurut Fachrul (2007).

$$D_i = \frac{N_i}{A}$$

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. Indeks Kekayaan Jenis

Indeks kekayaan jenis echinodermata dapat dihitung dengan menggunakan persamaan menurut Margalef (Fachrul, 2007).

$$R = \frac{(S - 1)}{\ln N}$$

Keterangan :

S = jumlah jenis

N = Jumlah total individu seluruh jenis

Tabel 6. Kategori indeks kekayaan jenis

Kekayaan jenis	Kategori
< 3,5	Rendah
3,5 – 5,0	Sedang
>5,0	Tinggi

Sumber: Fachrul (2007)

### C. 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 *Shannon-Wiener* (Odum, 1993) dengan persamaan sebagai berikut:

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

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

Keterangan :

Pi = ni/N

ni = Jumlah individu spesies ke-i

N = Jumlah total individu pertitik pengambilan sampel

Adapun kategori indeks keanekaragaman Shannon-Weiner (1949) *dalam* Sirait *et al.* (2018), ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Kategori indeks keanekaragam (H')

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

Sumber: Shannon-Weiner (1949) *dalam* Sirait *et al.* (2018)

#### D. Indeks Keseragaman (E)

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

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

Keterangan :

E = Indeks keseragaman

H' = Indeks keanekaragaman

S = Jumlah keseluruhan dari spesies organisme

Adapun kategori indeks keseragaman menurut Brower *et al.* (1990) *dalam* Suryanti *et al.* (2014) ditunjukkan pada Tabel 8.

Tabel 8. Kategori indeks keseragaman (E)

Indeks Keseragaman (E)	Kategori
0,0 < E < 0,4	Rendah
0,4 < E < 0,6	Sedang
E > 0,6	Tinggi

Sumber: Brower *et al.* (1990) *dalam* Suryanti *et al.* (2014)

### E. 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):

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

Keterangan :

C = Dominansi suatu spesies

$n_i$  = Jumlah individu spesies ke- $i$

N = Jumlah keseluruhan individu

Adapun kategori indeks dominansi menurut Odum (1993) dalam Fatimah *et al.* (2020), ditunjukkan pada Tabel 9.

Tabel 9. Kategori indeks dominansi (C)

Indeks Dominansi (C)	Kategori
$0 < C < 0,3$	Rendah
$0,3 < C < 0,6$	Sedang
$0,6 < C < 1$	Tinggi

Sumber: Odum (1993) dalam Fatimah *et al.* (2020)

### F. Pola Sebaran

Menurut Jongjitvimolet *et al.* (2005), indeks morisita ( $I_d$ ) didapatkan dengan menghitung  $\mu$  dan  $M_c$  serta menghitung derajat morisita ( $I_p$ ) yang telah terstandar.

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

Keterangan :

$I_d$  = Indeks Morisita

$n$  = Jumlah plot pengamatan

$X$  = Jumlah individu tiap sampel

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

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

Keterangan :

Mu = Indeks Morisita untuk pola sebaran seragam

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

Mc = Indeks Morisita untuk pola sebaran mengelompok

$X^2_{0,025}$  = Nilai khi kuadrat tabel dengan derajat bebas n-1 dan selang kepercayaan 2,5%

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

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

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

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

Keterangan :

- jika nilai  $Id > 1$ , dan  $Id >$  atau  $= Mc$ , maka memakai rumus 1
- jika nilai  $Id > 1$ , dan  $Id < Mc$ , maka memakai rumus 2
- jika nilai  $Id < 1$ , dan  $Id > Mu$ , maka memakai rumus 3
- jika nilai  $Id < 1$ , dan  $Id < Mu$ , maka memakai rumus 4

Adapaun kategori yang menentukan pola sebaran berdasarkan nilai  $Ip$ , ditunjukkan pada Tabel 10.

Tabel 10. Kategori indeks Morisita

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

### G. Indeks Kesamaan Sorensen (IS)

Indeks kesamaan komunitas antar stasiun dihitung dengan persamaan menurut Fachrul (2007), sebagai berikut:

$$S = \frac{2c}{a+b} \times 100\%$$

Keterangan :

- S = indeks kesamaan sorensens  
 a = jenis spesies pada lokasi a  
 b = jenis spesies pada lokaso b  
 c = jenis spesies yang sama pada lokasi a dan b.

Tabel 11. Kategori indeks similiaritas

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

Sumber: Fachrul (2007)

### 3.4.2 Ekosistem Lamun

#### A. Indeks Nilai Penting (INP)

Indeks nilai penting digunakan untuk menghitung dan menduga keseluruhan dari peranan suatu spesies jenis di dalam suatu komunitas Brower *et al.* (1990) dalam Fachrul (2007). Untuk menghitung indeks nilai penting digunakan persamaan sebagai berikut.

$$INP = RDi + RFi + Rci$$

Keterangan :

- RDi = Kerapatan relatif  
 RFi = Frekuensi relatif  
 RCi = Penutupan relatif

## B. Kerapatan Jenis

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

$$D_i = \frac{N_i}{A}$$

Keterangan :

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

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

$A$  = Luas area total pengambilan sampel (m<sup>2</sup>)

Berdasarkan rumus di atas, kerapatan lamun dikategorikan seperti Tabel 12 berikut.

Tabel 12. Skala kondisi kerapatan lamun

Skala Kondisi	Kerapatan (ind/m <sup>2</sup> )	Kondisi
5	>175	Sangat Rapat
4	125-175	Rapat
3	75-125	Agak rapat
2	25-75	Jarang
1	<25	Sangat Jarang

Sumber: Haris dan Gosari (2012)

## C. Kerapatan Relatif (RDi)

Perbandingan antara jumlah tegakan jenis I dengan total tegakan keseluruhan jenis, dengan persamaan sebagai berikut (Fachrul, 2007).

$$RDi = \frac{n_i}{\sum n} \times 100\%$$

Keterangan :

RDi = Kerapatan relatif (%)

$n_i$  = Jumlah jenis tegakan jenis ke-i

$\sum n$  = Jumlah total seluruh tegakan jenis

#### D. Frekuensi jenis ( $F_i$ )

Frekuensi jenis merupakan peluang satu jenis ditemukan dalam petak yang diamati, dihitung dengan persamaan (Fachrul, 2007).

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

Keterangan :

$P_i$  = jumlah petak contoh (plot) dimana ditemukan jenis-i

$\sum p$  = jumlah total petak contoh (plot) yang diamati

#### E. Frekuensi Relatif ( $RF_i$ )

Perhitungan nilai frekuensi relatif didapat dengan menggunakan persamaan sebagai berikut (Fachrul, 2007).

$$RF_i = \frac{F_i}{\sum F} \times 100\%$$

Keterangan :

$RF_i$  = Frekuensi relatif (%)

$F_i$  = Frekuensi jenis ke-i

$\sum F$  = Jumlah frekuensi seluruh jenis

#### F. Penutupan Jenis ( $C_i$ )

Penutupan lamun menyatakan luasan area yang tertutupi oleh lamun. Persen penutupan lamun dihitung dengan metode Saito dan Atobe dengan menggunakan persamaan berikut (Fachrul, 2007).

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

Keterangan:

$C_i$  = Penutupan

$M_i$  = Nilai tengah kelas I

$f$  = Banyaknya sub petak dimana kelas kehadiran jenis lamun i sama

### G. Penutupan Jenis Relatif (RC<sub>i</sub>)

Perbandingan antara luas area penutupan jenis *i* dan luas total area penutupan untuk seluruh jenis, dihitung dengan persamaan sebagai berikut (Fachrul, 2007).

$$RC_i = \frac{C_i}{\sum C_i} \times 100\%$$

Keterangan:

RC<sub>i</sub> = Penutupan Relatif jenis (%)

C<sub>i</sub> = Luas area penutupan jenis-*i*

∑C<sub>i</sub> = Luas total area penutupan untuk seluruh jenis

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

*Principal component analysis (PCA)* adalah analisis yang digunakan dalam analisis multivariat data lingkungan yang dibandingkan dengan data kelimpahan. Metode tersebut dasarnya adalah untuk mereduksi data yang dikumpulkan dalam jumlah besar dan saling berkorelasi menjadi data yang lebih sederhana dengan memberikan informasi sebesar-besarnya dari data aslinya (Soedibjo, 2008). Analisis tersebut digunakan untuk mengubah bentuk sejumlah variabel berkorelasi menjadi beberapa variabel yang berdiri sendiri atau tidak berkorelasi tanpa mengurangi atau menghilangkan informasi di dalamnya.

Analisis komponen utama dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak XLSTAT/Minitab. Analisis PCA digunakan untuk mengetahui interaksi antara organisme dengan lingkungannya. Data yang digunakan dalam analisis yaitu data lingkungan yang dibandingkan dengan data kepadatan echinodermata dan kerapatan lamun serta perhitungan lain, sehingga diketahui parameter apa yang dapat memengaruhi kelimpahan echinodermata dan kerapatan lamun. PCA merupakan metode statistik yang bertujuan untuk mereduksi data serta mengidentifikasi komponen yang dapat diperhitungkan variabilitas keseluruhan dalam variabel yang menjadi pertimbangan. Menurut Erlania *et al.* (2013) hasil analisis PCA dapat menunjukkan hubungan antar parameter pada setiap stasiun atau lokasi, selain itu

analisis PCA juga dapat mengelompokkan kemiripan dari parameter-parameter lingkungan yang berbentuk matriks data.

## **V. KESIMPULAN DAN SARAN**

### **5.1 Simpulan**

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa:

1. Pulau Mahitam menjadi daerah yang lebih baik dibandingkan dengan Pantai Ketapang dengan indeks keanekaragaman echinodermata tergolong rendah, sementara tingkat keseragamannya tergolong sedang, dan tingkat dominasinya rendah. Di sisi lain, Pantai Ketapang memiliki indeks keanekaragaman yang rendah, tingkat keseragaman yang rendah, dan tingkat dominansi yang tinggi.
2. Pulau Mahitam menjadi daerah yang lebih baik dibandingkan dengan Pantai Ketapang dengan indeks keanekaragaman lamun tergolong rendah, namun tingkat keseragamannya tergolong tinggi dan tingkat dominasinya sedang. Di sisi lain, Pantai Ketapang memiliki indeks keanekaragaman yang rendah, tingkat keseragaman yang rendah, dan tingkat dominansi yang tinggi.
3. Hubungan antara kelimpahan echinodermata dan kerapatan lamun di Pantai Ketapang dan Pulau Mahitam menunjukkan adanya hubungan positif, serta dipengaruhi secara positif oleh parameter kualitas perairan, yaitu suhu dan BOT (bahan organik terlarut).

### **5.2 Saran**

Diperlukan upaya untuk meningkatkan kesadaran wisatawan, masyarakat setempat dan pengelola kawasan untuk tetap menjaga dan memelihara ekosistem echinodermata dan lamun agar menjadi objek daya tarik wisata baru di Pantai Ketapang dan Pulau Mahitam, Pesawaran, Lampung.

## **DAFTAR PUSTAKA**

## DAFTAR PUSTAKA

- Afian, A. N., dan Purwanti, F. 2013. Pengaruh kedalaman dan jarak dari pantai terhadap kelimpahan dan pola sebaran *Sand Dollar* di Pantai Barakuda Pulau Kemujan Taman Nasional Karimunjawa. *Management of Aquatic Resources Journal*. 2(4): 127-135.
- Aisha, N., Asmadin., dan Takwir, A. 2021. Karakteristik sedimen berdasarkan pola arus di Perairan Teluk Kendari. *Jurnal Sapa Laut*. 6(2): 159-166.  
<https://doi.org/10.33772/jsl.v6i2.19437>.
- Alfathoni, M. H. T., Karlina, I., dan Jaya, Y. V. 2017. Hubungan kerapatan lamun terhadap kelimpahan gastropoda di Desa Tanjung Siambang, Dompok Tanjung Pinang Kepulauan Riau. *Jurnal Kelautan Universitas Maritim Raja Ali Haji*. 1(1): 6.
- Ali, A.I., Suryanti dan Bambang, S. 2016. Kelimpahan dan pola sebaran echinodermata di Pulau Karimunjawa Jepara. *Prosiding Seminar Tahunan Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro. 25 hlm.
- Amin, N., Kroeze, C., and Strokal, M. 2017. Human waste: an underestimated source of nutrient pollution in coastal seas of nutrient pollution bulletin. *Marine Pollution Bulletin*. 118(1-2): 131-140.  
<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.02.045>.
- Andirisnanti, W. A. 2012. *Uji Manfaat Ekstrak Kolagen Kasar dari Teripang *Sticopus hermanni* sebagai Bahan Pelembab Kulit*. (Tesis). Universitas Indonesia. Depok. 100 hlm.
- Angreni, F., Litaay, M., Priosambodo, D., dan Moka, W. 2017. Struktur komunitas echinodermata di Padang Lamun Pulau Tanakeke Kabupaten Takalar, Sulawesi Selatan. *Jurnal Biologi Makassar*. 2(1): 46-55.
- Arnone, M. I., Byrne, M., and Martinez, P. 2015. Echinodermata. In *Evolutionary developmental biology of invertebrates*. Springer. Vienna. 58 pp.

- Ansar, M, H. 2017. Struktur komunitas padang lamun di Perairan Kepulauan Waisai Kabupaten Raja Ampat Papua Barat. *Jurnal Ilmu Alam dan Lingkungan*. 8(15): 29-37.
- Azis, A. 1991. Beberapa catatan tentang bintang mengular (*ophiuroida*) sebagai biota bentik. *Jurnal Oseana*. 16(1): 13-22.
- Azis, A. 1996. Makanan dan cara makan berbagai jenis bintang laut. *Jurnal Oseana*. 21(3): 13-22.
- Azis, A. 1998. Pengaruh tekanan panas terhadap fauna echinodermata. *Jurnal Oseana*. 13(3): 125-132.
- Azis A, Sugiarto H, dan Supardi 1995. Beberapa catatan mengenai kehidupan lili laut. *Jurnal Oseana*. 16(3): 17-24.
- Azkab, H.M. 2006. Ada apa dengan lamun. *Jurnal Oseana*. 31(3): 45-55.
- Bengen, D.G. 2000. *Pengenalan dan Pengelolaan Ekosistem Mangrove*. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan Institut Pertanian Bogor. Bogor. 58 hlm.
- Bishop, M. J. 2008. Displacement of epifauna from seagrass blades by boat wake. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 354(1): 111-118.
- Balai Budidaya Air Payau. 1994. *Pedoman Analisis Kualitas Air dan Tanah Sedimen Perairan Payau*. Direktorat Jenderal Perikanan. Jepara. 42 hlm.
- Brotowidjoyo, Mukayat. D. 1994. *Zoologi Dasar*. Erlangga. Jakarta. 349 hlm.
- Brower, J. E., Zar, J. E., and Ende, C. N. 1990. *Field and Laboratory Methods for General Ecology*. Wm C Brown Publisher. Dubuque. 273 hlm.
- Campbell, N. A dan Jane B. R. 2010. *Biologi Edisi Ke-8 Jilid 3*. Terjemahan D. Tyas. Erlangga. Jakarta. 456 hlm.
- Casas, R, S., Troncoso, A. P. R., Zaragoza, F, A, R., Marin, F. A. S., Dominguez, E, G., and Magana, A. L. C. 2019. Spatial-temporal variations in echinoderm diversity within coral communities in a transitional region of the Northeast of the Eastern Pacific. *Estuarine, Coastal, and Shelf Science Journal*. 227(1): 1-10.
- Dahuri, R. 2003. *Keanekaragaman Hayati, Laut dan Aset Pembangunan Berkelanjutan*. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 196 hlm.
- Darsono, P. 2007. Teripang (Holothuridae): kekayaan alam dalam keanekaragaman biota laut. *Jurnal Oseana*. 32(2): 1-10.

- Dash, M.C. and Dash, S.P. 2009. *Fundamentals of ecology (3rd edition)*. Tata McGraw-Hill Publisher. New Delhi. 562 hlm.
- Dinas Perikanan Kabupaten Pesawaran. 2022. Potensi. <https://.pesawarankab.go.id/index.php/2018/03/03/potensi/>. Diakses pada 10 April 2022.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan*. Kanisius. Yogyakarta. 257 hlm.
- Erlania, E., Nirmala, K., dan Soelistyowati, D. T. 2013. Penyerapan karbon pada budidaya rumput laut *Kappaphycus alvarezii* dan *Gracilaria gigas* di Perairan Teluk Gerupuk, Lombok Tengah, Nusa Tenggara Barat. *Jurnal Riset Akuakultur*. 8(2): 287-297.
- Fachrul, M.F. 2007. *Metode Sampling Bioekologi*. Bumi Aksara. Jakarta. 198 hlm.
- Fatimah, H., Nuraini, R. A. T., dan Santoso, A. 2020. Struktur komunitas echinodermata di Padang Lamun Karimun Jawa, Jepara Jawa Tengah. *Journal of Marine Research*. 9(3): 311-316.
- Garno, Y. S. 2004. Pengembangan budidaya udang dan potensi pencemarannya pada perairan pesisir. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. 5(3): 187-192.
- Ghufran, M. dan Kordi, H. K. 2011. *Budidaya 22 Komoditas Laut Untuk Konsumsi untuk Lokal dan Ekspor*. Lily Publisher. Yogyakarta. 348 hlm.
- Hadi, A., Hartati, R. dan Widianingsih. 2011. Fauna echinodermata di indonoor wreck, Pulau Kemujan, Kepulauan Karimunjawa. *Indonesian Journal of Marine Sciences*. 16(4): 236-242.
- Harimbi, K.A., Taufiq-Spj, N., dan Riniatsih, I. 2019. Potensi penyimpanan karbon pada lamun spesies *Enhalus acoroides* dan *Cymodocea serrulata* di Perairan Jepara. *Jurnal Buletin Oseanografi Marina*. 8(2): 109-115.
- Haris, A., dan Gosari, J. A. 2012. Studi kerapatan dan penutupan jenis lamun di Kepulauan Spermonde. *Torani Jurnal Ilmu Kelautan dan Perikanan*. 22(3): 156-162.
- Hartati, R., Djunaedi, A., Haryadi., dan Mujiyanto. 2012. Struktur komunitas padang lamun di Perairan Pulau Kumbang, Kepulauan Karimunjawa. *Ilmu Kelautan: Indonesian Journal of Marine Sciences*. 17(4): 217-225.
- Hartati, R., Meirawati, E., Redjeki, S., Riniatsih, I., dan Mahendrajaya, R. T. 2018. Jenis-jenis bintang laut dan bulu babi (asteroidea, echinoidea: echinodermata) di Perairan Pulau Cilik, Kepulauan Karimunjawa. *Jurnal Kelautan Tropis*. 21(1): 41-48.

- Haruna, M. F., Kenta, A. M., dan Masso, S. H. 2022. Pola penyebaran tumbuhan akuatik di Sungai Batu Gong Desa Tataba Kecamatan Buko Kabupaten Banggai Kepulauan. *Bio-Lectura: Jurnal Pendidikan Biologi*. 9(1): 21-32.
- Herkul, K., dan Kotta, J. 2009. Effects of eelgrass (*zostera marina*) canopy removal and sediment addition on sediment characteristics and benthic communities in the Northern Baltic Sea. *Marine Ecology*. 30(1): 74-82.
- Hernandez, J. C., Brito, A., García, N., Gil-Rodríguez, M. C., Herrera, G., Cruz-Reyes, A., and Falcón, J. M. 2006. Spatial and seasonal variation of the gonad index of *Diadema antillarum* (echinodermata: echinoidea) in the Canary Islands. *Scientia Marina*. 70(4): 689-698.
- Hickman, P.C., Roberts L.S., dan Larson, A. 2002. *Animal Diversity*. The McGraw–Hill Companies. Cleveland. 464 hlm.
- Ilyas, I. S., Astuty, S., dan Harahap, S. A. 2017. Keanekaragaman ikan karang target kaitannya dengan keanekaragaman bentuk pertumbuhan karang pada zona inti di taman wisata Perairan Kepulauan Anambas. *Jurnal Perikanan Kelautan*. 8(2): 103-111.
- Indriyanto. 2006. *Ekologi Hutan*. Bumi Aksara. Jakarta. 210 hlm.
- Ira. 2011. *Keterkaitan Padang Lamun Sebagai Pemerangkap dan Penghasil Bahan Organik dengan Struktur Komunitas Makrozoobentos di Perairan Pulau Barrang Lompo*. (Tesis). Program Studi Ilmu Kelautan Program Pasca-sarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 97 hlm.
- Isabella, D. C. V. 2011. *Analisis Keberadaan Perifiton dalam Kaitannya dengan Parameter Fisika-Kimia dan Karakteristik Padang Lamun di Pulau Pari*. (Tesis). Bogor. 94 hlm.
- Jongjitvimol, T., Boontawon, K., Wattanachaiyingcharoen, W., and Deowanish, S. 2005. Nest dispersion of a stingless bee species, *Trigona collina* Smith, 1857 (Apidae, Meliponinae) in a mixed deciduous forest in Thailand. *Tropical Natural History*. 5(2): 69-71.
- Kelly, M. S., Hughes, A. D., and Cook, E. J. 2007. Ecology of *Psammechinus miliaris*. *Developments in Aquaculture and Fisheries Science*. 37(1): 287-295.
- Kharisma, D., Adhi, C, dan Azizah, R. 2012. Kajian ekologis bivalvia di perairan Semarang bagian timur pada bulan Maret-April 2012. *Journal of Marine Science*. 1(2): 216-225.

- Kiswara, W. 1992. Community structure and biomass distribution of seagrasses at Banten Bay, West Java, Indonesia. *Third ASEAN Science and Technology work conference proceedings, Marine science: living coastal resources*. 6(1): 241-250.
- Lane, D. J. 2014. Echinoderm fauna in Lembeh Strait, North Sulawesi: inventory and distribution review. *Marine Research Indonesia*. 39(2): 51-61.
- Laning, T.H., Yusup, D.S. dan Wiryanto, J. 2014. Sebaran bulu babi (echinoidea) di Kawasan Padang Lamun Pantai Merta Segara, Sanur-Bali. *Jurnal Biologi*. 18(2): 41-45.
- Lariman, 2010. Keanekaragaman filum echinodermata di Pulau Segajah Kota Bontang Kalimantan. *Jurnal Bioprospek*. 7(1): 21-35.
- Leksono, A. S. 2007. *Ekologi: Pendekatan Deskriptif dan Kuantitatif*. Bayumedia Publishing. Malang. 210 hlm.
- Leksono, A. S. 2010. *Keanekaragaman Hayati*. Universitas Brawijaya Press. Malang. 162 hlm.
- Lestari, Y., Munarti, dan Kurniasih, S. 2020. Inventarisasi keanekaragaman echinodermata di Pantai Seupang sebagai media pembelajaran biologi. *Journal of Biology Education Research*. 1(1): 33-39.
- Mattewakkang. 2013. *Inventarisasi Makrozoobentos Pada Berbagai Jenis Lamun di Pulau Bonebatang*. (Skripsi). Universitas Hasanuddin. Makassar. 49 hlm.
- Martoyo, J., Aji, N., dan Winarto, T. 2006. *Budidaya Teripang*, Edisi Revisi. Penebar Swadaya Jakarta. 75 hlm.
- Marwan, A. H., Widyorini, N., dan Nitisupardjo, M. 2015. Hubungan total bakteri dengan kandungan bahan organik total di muara Sungai Babon, Semarang. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*. 4(3): 170-179.
- McKenzie, L. J., Yoshida, R. L., Mellors, J. E., and Coles, R. G. 2009. Seagrass-watch. *Proceeding of a workshop for monitoring seagrass habitats in Indonesia*. The Nature Conservancy, Coral Triangle Center, Sanur, Bali. 29-32 hlm.
- Melay, S. Tuapattinaya, P. M. J., dan Sangadji, F. 2015. Kajian faktor lingkungan dan identifikasi filum mollusca, filum echinodermata di ekosistem padang lamun Perairan Pantai Negeri Tulehu Kabupaten Maluku Tengah. *Jurnal Biopendix*. 1(2): 113-120.
- Nugraha, A. H., Srimariana, E. S., Jaya, I., dan Kawaroe, M. 2019. Struktur ekosistem lamun di Desa Teluk Bakau, Pesisir Bintang Timur-Indonesia. *Depik Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan, Pesisir dan Perikanan*. 8(2): 87-96.

- Nugroho, S. H., 2012. Morfologi pantai, zonasi dan adaptasi komunitas biota laut di kawasan intertidal. *Jurnal Oseana*. 37(3): 11-21.
- Nybakken, J. W. 1988. *Biologi Laut Suatu Pendekatan Ekologis*. PT Gramedia. Jakarta. 459 hlm.
- Odum, E. P. 1993. *Dasar-dasar Ekologi*. Edisi Ketiga. Diterjemahkan oleh T. Samingan. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 697 hlm.
- Oktamalia, P. D., dan Hartono, D. 2016. Studi jenis dan kelimpahan teripang (holothuroidea) di ekosistem padang lamun Perairan Desa Kahyapu Pulau Enggano. *Jurnal Enggano*. 1(1): 9-17.
- Paena, M., Suhaimi, R. A., dan Undu, M. C. 2015. Analisis konsentrasi oksigen terlarut (DO), pH, salinitas dan suhu pada musim hujan terhadap penurunan kualitas air perairan Teluk Punduh Kabupaten Pesawaran Provinsi Lampung. *Seminar Nasional Kelautan X : Sinegritas Teknologi dan Sumber Daya Kelautan untuk Mewujudkan Indonesia sebagai Poros Maritim Dunia*. 1-48.
- Patty, S. I. 2013. Distribusi suhu, salinitas dan oksigen terlarut di Perairan Kema, Sulawesi Utara. *Jurnal Ilmiah Platax*. 1(3): 148-157.
- 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.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan Dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Lampiran ke-VIII.
- Pranoto, H. 2017. Studi kelimpahan dan keanekaragaman makrozoobentos di Perairan Bedagai, Kecamatan Tanjung Beringin Kabupaten Serdang Bedagai. *Jurnal Biosains*. 3(3): 125-130.
- Prayitno, A. A., Winarno, G. D., Rusita R. R dan Harianto, S. P. 2021. Persepsi wisatawan terhadap objek tarik wisata di Pantai Ketapang, Kabupaten Pesawaran, Provinsi Lampung. *Journal of Tropical Marine Science*. 4(2): 65-72.
- Pubill, E., Abelló, P., Ramón, M., and Baeta, M. 2011. Faunistic assemblages of a sublittoral coarse sand of the Northwestern Mediterranean. *Scientia Marina*. 75(1): 189-196.
- Purwati, P. dan Arbi, U. Y. 2012. Karakter morfologi bintang laut untuk identifikasi. *Jurnal Oseana*. 35(1): 7-15.

- Radjab, A. W., Rumahenga, S. A., Soamole, A., Polnaya, D., dan Barends, W. 2014. Keragaman dan kepadatan ekinodermata di Perairan Teluk Weda, Maluku Utara. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 1(1): 17-30.
- Rahman, A., Sumanjono, S. dan Meiliyana. 2021. Strategi pengembangan potensi pariwisata bahari Kabupaten Pesawaran (studi pada Pantai Ketapang Dalam/Cuku Upas Pesawaran). *Jurnal Birokrasi, Kebijakan dan Pelayanan Publik*. 3(1): 1-11.
- Rahman, S. 2017. *Struktur komunitas pada lamun di Perairan Sekatap Kelurahan Dompok*. (Skripsi). Universitas Maritim Raja Ali Haji. Tanjung Pinang. 59 hlm.
- Rahmawati, S., Irawan, A., Supriyadi, I., dan Azkab, M. H. 2014. *Panduan Monitoring Padang Lamun*. COREMAP-CTI. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Jakarta. 37 hlm.
- Reynolds, S. G. 1971. *A Manual of Introductory Soil Science and Simple Soil Analysis Methods*. South Pacific Commission. California. 178 hlm.
- Riniatsih, I dan Kushartono E. W. 2009. Substrat dasar dan parameter oseanografi sebagai penentu keberadaan gastropoda dan bivalvia di Pantai Sluke Kabupaten Rembang. *ILMU KELAUTAN: Indonesian Journal of Marine Sciences*. 14(1): 50-59.
- Ristanto, A., Setyawati, T. R., dan Yanti, A. H. 2017. Komposisi jenis bulu babi (kelas: echinoidea) di Daerah Intertidal Pulau Lemukutan Kabupaten Bengkulu. *Jurnal Protobiont*. 6(1): 59-63.
- Romimohtarto, K., dan Juwana, Sri. 2001. *Biologi Laut: Ilmu Pengetahuan Tentang Biota Laut (Cetakan Keempat)*. Djambatan. Jakarta. 540 hlm.
- Rusyana, A. 2011. *Zoologi Invertebrata (Teori dan Praktik)*. Alfabeta. Bandung. 282 hlm.
- Short, F., T., and Coles, R., G. 2001. *Global Seagrass Research Methods*. Elsevier. Amsterdam. 482 hlm.
- Simatupang, M. Y. C., Sarong M. A., dan Ulfah, M. 2007. Keanekaragaman ekinodermata dan kondisi lingkungan perairan dangkal Pulau Pandang Kabupaten Batu Bara Provinsi Sumatera Utara. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah*. 2(1): 97-103.
- Sirait, M., Rahmatia, F., dan Pattulloh, P. 2018. Komparasi indeks keanekaragaman dan indeks dominansi fitoplankton di Sungai Ciliwung Jakarta (Comparison of diversity index and dominant index of phytoplankton at Ciliwung River Jakarta). *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*. 11(1): 75-79.

- Soedibjo, B. S. 2008. Analisis komponen utama dalam kajian ekologi. *Jurnal Oseana*. 38(2): 43-53.
- Sulistiyowati, H., Rahmawati, E., dan Wimbaningrum, R. 2021. Spatial distribution patterns of *Lantana camara L.* population as invasive alien species in Pringtali Savana Bandalit Resort Meru Betiri National Park. *Jurnal Ilmu Dasar*. 22(1): 19-24.
- Sumarno, D., dan Rudi, A. 2013. Kadar salinitas di beberapa sungai yang bermuara di Teluk Cempi, Kabupaten Dompu-Provinsi Nusa Tenggara Barat. *Jurnal Buletin Teknik Litkayasa*. 11(2): 75-81.
- 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 dan Interpretasi*. Rineka Cipta. Jakarta. 359 hlm.
- Suryanti, Ain, C., Latifah, N. and Febrianto, S. 2017. Mapping of sea urchin abundance as control of expansion for the balance of coral reef ecosystem in Karimunjawa Island. *Journal of Applied Environmental and Biological Sciences*. 7(12): 120-127.
- Suryanti, A. C., dan Tishmawati, C. N. 2014. Hubungan kerapatan lamun (seagrass) dengan kelimpahan Syngnathidae di Pulau Panggang Kepulauan Seribu. *Diponegoro Journal of Maquares*. 3(4): 147-153.
- Suwartimah, K., Wati, D. S., Endrawati, H., dan Hartati, R. 2017. Komposisi echinodermata di rata-rata litoral terumbu karang Pantai Krakal, Gunung Kidul, Yogyakarta. *Buletin Oseanografi Marina*. 6(1): 53-60.
- Suwignyo, S., Widigdo, B., Wardiantno, Y., dan Krisanti, M., 2005. *Avertebrata Air Jilid 2*. Penebar Swadaya. Jakarta. 188 hlm.
- Tahril, T., Taba, P., La Nafie, N., dan Noor, A. 2011. Analisis besi dalam ekosistem lamun dan hubungannya dengan sifat fisikokimia Perairan Pantai Kabupaten Donggala. *Jurnal Natur Indonesia*. 13(2): 105-111.
- Tangke, U. 2010. Ekosistem padang lamun (manfaat, fungsi, rehabilitasi). *Jurnal Ilmiah agribisnis dan Perikanan*. 3(1): 9-29.
- Tishmawati, R. N. C., dan Ain, C. 2014. Hubungan kerapatan lamun (seagrass) dengan kelimpahan syngnathidae di Pulau Panggang Kepulauan Seribu. *Journal Management of Aquatic Resources*. 3(4): 147-153.

- Wick, A. F., Ingram, L. J., and Stahl, P. D. 2009. Aggregate and organic matter dynamics in reclaimed soils as indicated by stable carbon isotopes. *Soil Biology and Biochemistry*. 41(2): 201-209.
- Yulianto, A. R. 2012. *Pemanfaatan Bulu Babi secara Berkelanjutan pada Kawasan Padang Lamun*. (Tesis). Program Pascasarjana Magister Ilmu Lingkungan. Universitas Indonesia. Depok. 92 hlm.
- Yunita, R. R., Suryanti., dan Nurul, L. 2020. Biodiversitas echinodermata pada ekosistem lamun di Perairan Pulau Karimunjawa, Jepara. *Jurnal Kelautan Tropis Maret*. 23(1): 47-56.
- Yusron, E. 2013. Biodiversitas fauna echinodermata (Holothuroidea, Echinoidea Asteroidea dan Ophiuroidea) di Perairan Pulau Lombok, Nusa Tenggara Barat. *Zoo Indonesia*. 22(1): 1-10.