

**STRUKTUR KOMUNITAS ECHINODERMATA
DI EKOSISTEM LAMUN PULAU TANGKIL,
PESAWARAN, LAMPUNG**

(Skripsi)

Oleh

**Di Ajeng Melinda Safitri
NPM 1914221011**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

ABSTRAK

STRUKTUR KOMUNITAS ECHINODERMATA DI EKOSISTEM LAMUN PULAU TANGKIL, PESAWARAN, LAMPUNG

Oleh

Di Ajeng Melinda Safitri

Filum echinodermata merupakan salah satu kelompok biota yang hidup pada ekosistem lamun. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari struktur komunitas echinodermata di Pulau Tangkil, Pesawaran, Lampung. Pengambilan data penelitian dimulai pada September 2023. Terdapat tiga titik lokasi penelitian dengan masing-masing lokasi memiliki 3 pengulangan. Tahapan penelitian dimulai dari pengambilan data lamun dan echinodermata, data parameter kualitas perairan, dan pengambilan sampel substrat. Berdasarkan hasil analisis, lamun jenis *Enhalus acoroides* memiliki nilai INP tertinggi di lokasi daerah wisata dan lokasi dermaga, dan *Cymodocea rotundata* di lokasi alami. Hasil analisis indeks keane-karagaman (H') echinodermata di tiap lokasi memiliki nilai yang rendah, penyebaran jenis echinodermata di tiap lokasi tidak merata dan indeks dominansinya menunjukkan adanya spesies yang mendominasi di tiap lokasi. Hasil analisis PCA menunjukkan kelimpahan echinodermata berhubungan positif dengan salinitas, DO, dan pH, namun berkorelasi negatif dengan suhu dan kecerahan, sedangkan kelimpahan echinodermata berhubungan positif dengan kerapatan lamun.

Kata kunci: Echinodermata, lamun, parameter kualitas perairan, dan jenis substrat

ABSTRACT

THE ECHINODERMS COMMUNITY STRUCTURE IN THE SEAGRASS ECOSYSTEM OF TANGKIL ISLAND, PESAWARAN, LAMPUNG

By

Di Ajeng Melinda Safitri

Phylum echinoderms are one of the biota that live in seagrass ecosystems. This research was to study the community structure of echinoderm on Tangkil Island, Pesawaran, Lampung. The data collection began in September 2023. There were three research locations with each location having 3 repetitions. The research stage started from seagrass and echinoderm data collection, water quality parameter data, and substrate sampling. Based on the results of the analysis, seagrass species *Enhalus acoroides* had the highest INP value at tourist areas and dock location, and *Cymodocea rotundata* at natural locations. The results of the analysis of the diversity index (H') of echinoderms in each location had a low value, the distribution of echinoderm species in each location was uneven, and the dominance index showed the presence of dominant species in each location. The results of PCA analysis showed that the abundance of echinoderms was positively related to salinity, DO, and pH, but negatively correlated with temperature and brightness. Meanwhile, the abundance of echinoderms was positively related to seagrass density.

Keywords: Echinoderms, seagrasses, water quality parameters, and substrate types

**STRUKTUR KOMUNITAS ECHINODERMATA
DI EKOSISTEM LAMUN PULAU TANGKIL,
PESAWARAN, LAMPUNG**

Oleh

Di Ajeng Melinda Safitri

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
2024**

LEMBAR PENGESAHAN

Judul : **STRUKTUR KOMUNITAS ECHINODERMATA DI
EKOSISTEM LAMUN PULAU TANGKIL,
PESAWARAN, LAMPUNG**

Nama Mahasiswa : **Di Ajeng Melinda Safitri**

Program Studi : **Ilmu Kelautan**

Jurusan : **Perikanan dan Kelautan**

Fakultas : **Pertanian**

Tanggal Pengesahan :



Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Moh. Muhaemin, S.Pi., M.Si.
NIP. 197412122000031002

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

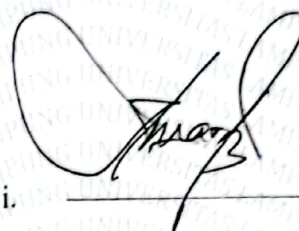
2. Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan

Dr. Indra Gumay Yudha, S.Pi., M.Si.
NIP. 197001851999031001

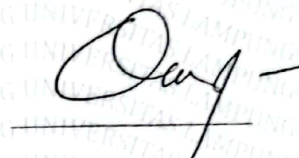
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

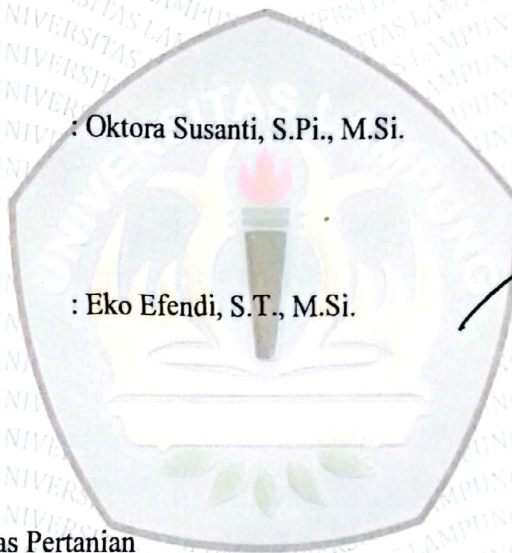

Ketua : Dr. Moh. Muhaemin, S.Pi., M.Si.



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



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



2. Dekan Fakultas Pertanian



Dr. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.

NIP. 196411181989021002



Tanggal lulus ujian skripsi : 31 Mei 2024

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Di Ajeng Melinda Safitri

NPM : 1914221011

Judul Skripsi : Struktur Komunitas Echinodermata di Ekosistem Lamun Pulau
Tangkil, Pesawaran, Lampung.

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

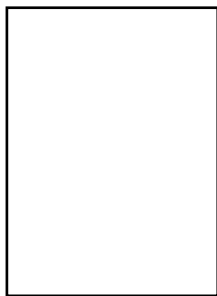
Bandarlampung, Oktober 2024



Di Ajeng Melinda Safitri

NPM. 1914221011

RIWAYAT HIDUP



Penulis lahir di Baturaja Timur, Ogan Komering Ulu, Sumatera Selatan pada tanggal 15 April 2001. Penulis merupakan anak pertama dari 2 bersaudara dari Bapak M. Maryono dan Ibu Erni Anissa. Penulis memulai pendidikan di Sekolah Dasar (SDN) 1 OKU (2007-2013), Sekolah Menengah Pertama (SMP) 2 OKU (2013-2016), dan melanjutkan

Sekolah Menengah Atas (SMA) 1 OKU (2016-2019). Penulis melanjutkan pendidikan ke jenjang sarjana (S1) pada pertengahan tahun 2019 di Program Studi Ilmu Kelautan, Jurusan Perikanan, Fakultas Pertanian dan Kelautan, Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi (SNMPTN).

Semasa menjadi mahasiswa, beberapa kegiatan yang pernah dilakukan penulis di antaranya mengikuti kegiatan organisasi jurusan Himpunan Mahasiswa Perikanan dan Kelautan, lalu melaksanakan kegiatan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Belitang, Kabupaten Ogan Komering Ulu dan melaksanakan magang di Loka Pengelolaan Sumberdaya Pesisir dan Laut (LPSPL) Serang dengan judul “Identifikasi Jenis Ikan Pari Berdasarkan Produk Ikan Pari yang diverifikasi di DKI Jakarta.”

MOTO HIDUP

Every cloud has a silver lining!
(Kishor).

Kegagalan ataupun keberhasilan sebuah proses adalah dimensi lain yang akan melahirkan pelajaran baru untuk proses selanjutnya.
(*9 Summers 10 Autumns*).

PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmanirrahim

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

Kupersembahkan skripsi ini kepada:

Ayah dan Ibu tersayang

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

Besar terima kasih saya kepada teman-teman dan sahabat saya yang telah memberikan semangat kepada saya selama pengerjaan skripsi.

Serta,

Almamater Universitas Lampung

SANWACANA

Puji syukur senantiasa penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan kesehatan, kekuatan dan kemudahan, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Struktur Komunitas Echinodermata di Ekosistem Lamun Pulau Tangkil, Kabupaten Pesawaran, Lampung” sesuai dengan waktu yang telah ditentukan. Shalawat dan salam senantiasa tercurahkan bagi Rasulullah SAW yang telah membawa umat manusia dari zaman kegelapan menuju zaman terang benderang. Dalam penyusunan skripsi penulis banyak mendapat dukungan, bimbingan, serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P. selaku Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Lampung;
2. Indra Gumay Yudha, S.Pi., M.Si. selaku Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung;
3. Dr. Henky Mayaguezz, S.Pi., M.T. selaku Ketua Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung;
4. Eko Efendi, S.T., M. Si. selaku Dosen Pembimbing Akademik sekaligus Dosen Penguji atas kesediaannya untuk memberikan bimbingan, arahan, saran, dan nasihat yang bermanfaat sehingga skripsi dapat diselesaikan dengan baik;
5. Dr. Moh. Muhaemin, S.Pi., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Pertama atas kesediaannya untuk memberikan bimbingan, arahan, saran, dan nasihat yang bermanfaat sehingga skripsi dapat diselesaikan dengan baik;
6. Oktora Susanti, S.Pi., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Kedua atas kesediaannya untuk memberikan bimbingan, arahan, saran, dan nasihat yang bermanfaat sehingga skripsi dapat diselesaikan dengan baik;

7. Kedua orang tua, Bapak M. Maryono dan Ibu Erni Anissa, serta keluarga yang selalu memberikan doa, kasih sayang, dukungan, semangat, dan motivasi yang luar biasa bagi penulis dalam pelaksanaan serta penyusunan skripsi;
8. Teman-teman seperjuangan penelitian, Ailsa, Abel, Awwaliyansyah, Galih, dan Nadif yang telah membantu dalam pengambilan data sripsi;
9. Destrya, Ailsa, Ira Sepiana yang selalu memberikan semangat, dukungan dan tempat berkeluh kesah serta kebersamai penulis di masa perkuliahan;
10. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah membantu dalam penyusunan dan penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan adanya kritik dan saran yang membangun guna perbaikan skripsi. Semoga skripsi yang telah dibuat dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Bandarlampung, Oktober 2024

Penulis

Di Ajeng Melinda Safitri

NPM. 1914221011

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	3
1.3 Manfaat Penelitian.....	3
1.4 Kerangka Pikir.....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Lamun.....	6
2.1.1 Morfologi Lamun.....	7
2.1.2 Keragaman Jenis Lamun.....	13
2.1.3 Faktor Pembatas yang Memengaruhi Lamun	13
2.2 Filum Echinodermata	15
2.2.1 Faktor Pembatas yang Memengaruhi Echinodermata	17
III. METODOLOGI PENELITIAN	20
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	20
3.2 Alat dan Bahan	21
3.3 Prosedur Penelitian.....	21
3.3.1 Penentuan Lokasi Penelitian.....	21
3.3.2 Pengambilan Sampel Lamun	22
3.3.3 Pengambilan Data Fauna Echinodermata	23

3.3.4 Pengukuran Parameter Kualitas Perairan	23
3.3.5 Pengambilan Sampel Substrat	24
3.4 Analisis Data	25
3.4.1 Vegetasi Lamun	25
3.4.2 Echinodermata	27
3.4.3 Analisis Hubungan Ekosistem Lamun, Parameter Lingkungan, dan Jenis Substrat terhadap Struktur Komunitas Echinodermata	31
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	33
4.1 Ekosistem Lamun	33
4.1.1 Kerapatan Jenis Lamun.....	33
4.1.2 Indeks Ekologi Lamun.....	35
4.1.3 Indeks Nilai Penting (INP) Lamun	37
4.2 Struktur Komunitas Echinodermata	38
4.2.1 Komposisi Jenis Echinodermata.....	38
4.2.2 Indeks Ekologi Echinodermata.....	39
4.2.3 Pola sebaran Echinodermata.....	42
4.2.5 Jenis substrat.....	45
4.3 Analisis Hubungan Antara Struktur Komunitas Echinodermata, Kerapatan Lamun, dan Parameter Kualitas Perairan.....	46
V. KESIMPULAN DAN SARAN	49
5.1 Kesimpulan.....	49
5.2 Saran	49
DAFTAR PUSTAKA	50
LAMPIRAN	57

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Ciri khusus spesies lamun yang terdapat di Indonesia.....	8
2. Alat yang digunakan	21
3. Bahan yang digunakan	21
4. Penilaian penutupan lamun berdasarkan kerapatan	23
5. Klasifikasi ukuran substrat.....	24
6. Skala kondisi kerapatan lamun.....	25
7. Kategori indeks Morisita.....	31
8. Indeks nilai penting (INP) lamun di perairan Pulau Tangkil	37
9. Komposisi jenis echinodermata di perairan Pulau Tangkil.....	38
10. Pola sebaran echinodermata di perairan Pulau Tangkil	42
11. Parameter kualitas perairan di Pulau Tangkil	43

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka pikir.....	5
2. Morfologi lamun	7
3. Peta lokasi penelitian.....	20
4. Skema penentuan dan pengambilan sampel berdasarkan transek garis dan transek kuadran	22
5. Ilustrasi penentuan lokasi pengambilan data kerapatan lamun, kelimpahan makrozoobentos, dan sampel fisika kimia dan substrat	23
6. Komposisi jenis lamun yang ditemukan di perairan Pulau Tangkil	33
7. Kerapatan lamun (ind/m ²) tiap lokasi di Pulau Tangkil.....	34
8. Keanekaragaman (H') lamun di perairan Pulau Tangkil	35
9. Keseragaman (E') lamun di perairan Pulau Tangkil	36
10. Dominansi (C) lamun di perairan Pulau Tangkil	37
11. Keanekaragaman (H') Echinodermata di perairan Pulau Tangkil.....	39
12. Keseragaman (E') Echinodermata di perairan Pulau Tangkil	40
13. Dominansi (C) Echinodermata di perairan Pulau Tangkil.....	41
14. Struktur substrat tiap lokasi di Pulau Tangkil	46
15. Hubungan antara struktur komunitas echinodermata, kerapatan lamun, dan kualitas perairan di Pulau Tangkil	47

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Jenis lamun yang didapat	57
2. Pengukuran kualitas perairan	58
3. Jenis echinodermata yang didapat.....	59
4. Pengukuran substrat	60

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kondisi kesehatan ekosistem lamun terbaru pada tahun 2021 yang dilaksanakan secara berkala menyatakan dalam indeks kesehatan ekosistem lamun (IKEL), lamun di Indonesia berada pada level sedang (Rahmawati *et al.*, 2022). Padang lamun di Indonesia juga mengalami penurunan luas area sama seperti padang lamun di seluruh dunia. Diperkirakan 7% padang lamun di seluruh dunia hilang setiap tahunnya. Dilanjutkan dalam laporan UNEP tahun 2004 menyatakan selama bertahun-tahun, Indonesia telah kehilangan sekitar 30-40% padang lamunnya, dan sebanyak 60% di antaranya hancur di sekitar Pulau Jawa.

Faktor utama kerusakan padang lamun di Indonesia diakibatkan oleh kegiatan pengerukan dan penimbunan (reklamasi), pencemaran air, *wasting disease* (penyakit), tingginya laju sedimentasi, kegiatan penambatan perahu dan kegiatan budidaya laut (Supriadi *et al.*, 2012). Maka daripada itu, status kondisi dari suatu padang lamun bisa berakibat baik maupun buruk terhadap biota-biota laut lainnya yang berasosiasi di padang lamun tersebut.

Salah satu biota yang hidup pada ekosistem lamun yaitu anggota dari filum echinodermata. Padang lamun dihuni dan dimanfaatkan untuk berlindung pada fase kritis dalam siklus hidupnya serta tempat mencari makanan (Supono dan Arbi, 2010). Echinodermata memiliki peranan penting dalam rantai makanan pada ekosistem laut, sebagai pemakan hewan kecil lainnya. Selain itu, echinodermata juga memanfaatkan sampah organik sebagai makanan, sehingga echinodermata juga berperan sebagai pembersih lingkungan laut terutama pantai (Jalaludin dan Ardeslan, 2017).

Kerusakan pada padang lamun dapat memberikan dampak yang signifikan pada biota ekinodermata, seperti kehilangan tempat berlindung, makanan, dan tempat untuk berkembang biak. Ekinodermata mampu hidup dengan baik di substrat lamun karena substrat lamun mengandung detritus sebagai makanan ekinodermata. Oleh karena itu, upaya pelestarian dan restorasi ekosistem lamun sangat penting untuk melindungi keanekaragaman hayati laut, termasuk ekinodermata, serta menjaga stabilitas ekosistem laut secara keseluruhan.

Pulau Tangkil yang terletak di Desa Sukajaya Lempasing, Kecamatan Padang Cermin, Kabupaten Pesawaran Provinsi Lampung termasuk pulau yang kecil, namun luasnya mencapai 12 hektar dan menjadi salah satu tempat wisata yang tidak pernah sepi pengunjung. Berdasarkan survei data pendahuluan sebaran lamun di Pulau Tangkil seluas 3,35 hektar yang terdapat di bagian timur, utara, dan barat Pulau Tangkil. Pulau Tangkil memiliki tipe pantai yang landai, saat air laut surut lamun akan tertampak ke permukaan. Waktu tersebut dimanfaatkan oleh para pengunjung untuk mencari kerang di lamun.

Aktivitas antropogenik seperti kegiatan pariwisata maupun mobilitas kapal di Pulau Tangkil berpotensi memberikan kerusakan pada lamun. Rusaknya padang lamun dapat berpengaruh pada populasi ekinodermata yang hidup berasosiasi dengan lamun. Hingga sekarang data keberadaan ekinodermata di Pulau Tangkil belum tersedia, sehingga perlu dilakukan penelitian terkait kondisi ekinodermata di ekosistem lamun Pulau Tangkil. Oleh karena itu, penelitian ini penting dilakukan guna mengetahui kondisi lamun dan ekinodermata yang terdapat di Pulau Tangkil.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian, yakni:

1. menganalisis struktur komunitas lamun di ekosistem lamun Pulau Tangkil;
2. menganalisis struktur komunitas echinodermata di ekosistem lamun Pulau Tangkil; dan
3. menganalisis hubungan kelimpahan echinodermata, kerapatan lamun, dan kualitas perairan di Pulau Tangkil.

1.3 Manfaat Penelitian

Penelitian yang dilakukan diharapkan dapat menjadi acuan dan membantu memberikan informasi terkait komposisi jenis dan struktur komunitas echinodermata di ekosistem lamun Pulau Tangkil.

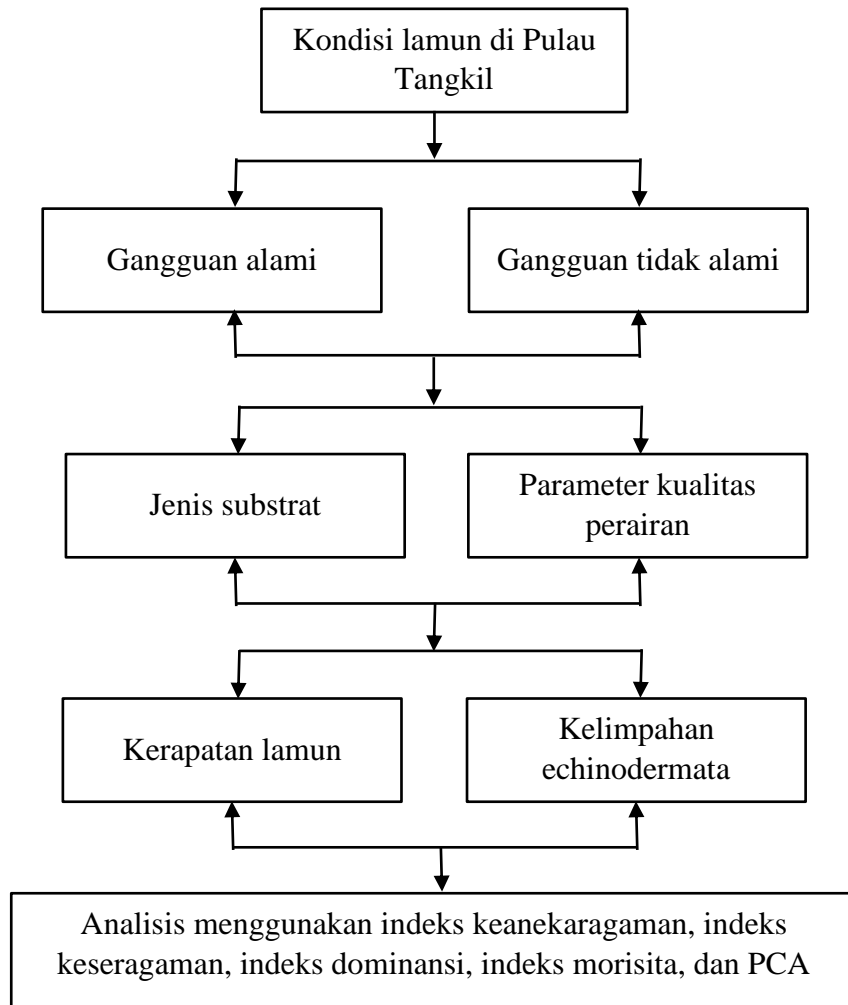
1.4 Kerangka Pikir

Hasil survei lokasi yang dilakukan menunjukkan kondisi penyebaran lamun di Pulau Tangkil tidak merata. Penyebaran yang tidak merata terjadi karena gangguan dan ancaman, baik secara alami maupun secara tidak alami. Gangguan secara alami terhadap lamun dapat berupa angin topan, arus dan gelombang pasang, kegiatan gunung berapi bawah laut, interaksi populasi dan komunitas (pemangsa dan persaingan wilayah), pergerakan sedimen, dan hama penyakit, adapun gangguan tidak alami berasal dari kegiatan manusia yang berdampak atas kelangsungan hidup lamun, yakni reklamasi, pengerukan, penggalian, penambangan pasir, penambangan mangrove, perusakan terumbu karang, pencemaran laut, sampah, dan lain-lain.

Kondisi kerapatan lamun di lokasi tersebut menentukan kelimpahan biota yang hidup bergantung pada lamun seperti organisme echinodermata. Keberadaan makrozoobentos pada lamun dapat menunjang keberadaan unsur zat hara dan juga

makrozoobentos memiliki peran sebagai dekomposer awal (Tenribali, 2015). Makrozoobentos akan berpindah tempat ke lingkungan yang lebih baik, jika terjadi perubahan pada lingkungan hidupnya (Darmono, 2001).

Ada bermacam parameter kualitas perairan yang dapat menyebabkan perubahan pada lingkungan. Selain karena parameter biologi perairan seperti persaingan makrozoobentos yang satu dengan yang lain, ada juga parameter fisika dan kimia. Selain itu, jenis substrat pada lamun juga memengaruhi kelimpahan echinodermata. Tinggi dan rendah kelimpahan echinodermata di suatu perairan juga berhubungan dengan tingkat kerapatan lamun sehingga, perlu dilakukan analisis terkait hubungan kelimpahan echinodermata dengan kerapatan lamun di perairan tersebut. Gambaran penelitian akan dideskripsikan dalam bentuk kerangka berpikir seperti yang tersajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka pikir

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Lamun

Lamun merupakan suatu tumbuhan berbunga atau Angiospermae yang tumbuh dan berkembang dengan kondisi terendam di bawah permukaan air yang berada di perairan dangkal dengan kedalaman kurang dari 5 meter saat pasang (Muzani *et al.*, 2020). Lamun menjadi satu-satunya tumbuhan laut berbunga yang morfologinya terdiri dari rhizoma, daun, dan akar sejati yang terendam di laut dan beradaptasi penuh terhadap salinitas air laut yang cukup tinggi. Tumbuhan lamun termasuk dalam kategori tumbuhan berbiji satu (monokotil) yang secara utuh memiliki perkembangan sistem perakaran dan rhizoma yang baik.

Lamun dapat berkembang biak secara vegetatif dan generatif. Perkembangbiakan secara vegetatif dengan rimpang merupakan cara utama dan terpenting dalam penyebaran lamun dibandingkan dengan cara generatif dengan biji. Umumnya sebagian besar spesies tumbuhan lamun bersifat *dioecious* yaitu bunga jantan dengan bunga betinanya terpisah pada dua individu (www.caribois.org). Zurba (2018), menyatakan penyerbukan lamun dilakukan dalam tiga cara, yaitu:

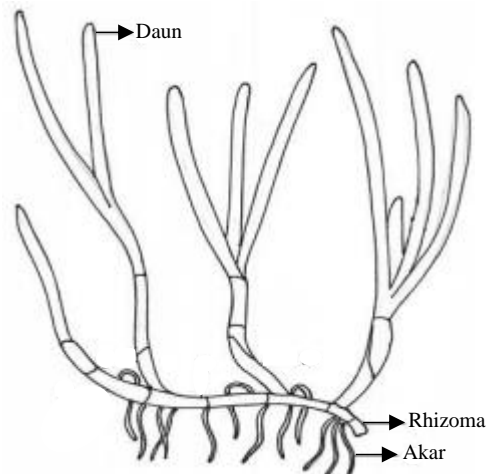
- 1) penyerbukan di dalam air (*hydrophilous pollination*);
- 2) penyerbukan di permukaan air (*ephydrophilous pollination*); dan
- 3) penyerbukan di udara (*subaerial pollination*).

Haddad *et al.* (2016) menyatakan distribusi semua jenis lamun menempati semua habitat yakni dekat mangrove, di antara mangrove dan terumbu karang, dekat terumbu karang, dan memiliki pola penyebaran yang sama yaitu berkelompok. Selain itu, lamun mampu tumbuh subur di wilayah pasang surut terbuka serta bermacam jenis substrat seperti substrat berlumpur, substrat berpasir, substrat

kerikil, dan substrat yang berupa patahan karang mati (*dead coral*) di kedalaman 4 meter (Bestari, 2019).

2.1.1 Morfologi Lamun

Lamun menjadi satu-satunya tumbuhan laut berbunga yang morfologinya terdiri dari daun, rhizoma dan akar sejati yang terendam di laut dan beradaptasi penuh terhadap salinitas air laut yang cukup tinggi.



Gambar 2. Morfologi lamun

Sumber: Hemminga dan Duarte (2000)

A. Daun lamun

Daun lamun dapat tumbuh langsung dari rhizoma, tangkai daun (*petiole*) atau dari rhizoma yang tumbuh tegak ke permukaan. Bentuk dan ukuran daun tiap spesies dapat berbeda sehingga dapat digunakan untuk membedakan spesies lamun (Rahman *et al.*, 2022). Beberapa genus mempunyai struktur daun yang berbeda, seperti Lamun *Halophila* yang mempunyai struktur daun membulat dan Lamun *Syringodium* mempunyai struktur daun silindris. Daun lamun memiliki panjang yang lebar mulai dari 1 cm pada beberapa spesies *Halophila*, hingga mencapai 1 m untuk Lamun *Enhalus acoroides* (Hemminga dan Duarte, 2000).

B. Rhizoma lamun

Rhizoma berbentuk silinder dan tumbuh menjalar di bawah permukaan substrat. Rhizoma memiliki buku-buku (*node*) yang mengandung jaringan meristem yang berfungsi untuk membentuk daun dan akar. Selain berfungsi sebagai tempat

tumbuhnya daun dan akar, rhizoma juga berfungsi sebagai alat perkembangbiakan secara aseksual.

C. Akar lamun

Akar lamun memiliki sistem berserabut yang fungsinya untuk menyerap zat hara dan agar menancap dengan kuat ke substrat (Rahman *et al.*, 2015). Akar pada beberapa jenis seperti *Halophila* dan *Halodule* memiliki karakteristik tipis (*fragile*) seperti rambut, sedangkan jenis *Thalassodendron* memiliki akar yang kuat dan berkayu dengan sel epidermal. Akar pada lamun memiliki pusat stele yang dikelilingi oleh endodermis. Stele mengandung phloem atau jaringan transport nutrien, dan xylem atau jaringan yang menyalurkan air (Tuwo, 2011).




Adapula ciri-ciri spesies lamun berdasarkan sumber KKP yang tersaji pada Tabel 1.

Tabel 1. Ciri khusus spesies lamun yang terdapat di Indonesia



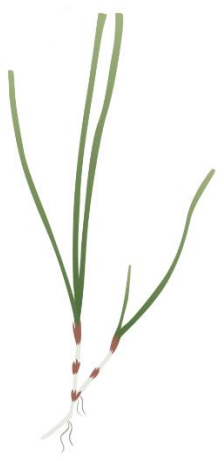
No	Spesies Lamun	Ciri Khusus
1	<i>Cymodocea serrulata</i> (R. Brown) Ascherson & Magnus	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Daun berbentuk seperti pita yang lurus atau sedikit melengkung. ▪ Setiap tegakkan terdiri dari 2-3 helai daun. ▪ panjang daun 5,9-14,1 cm dan lebar 0,2-0,8 cm. ▪ Mempunyai ukuran batang yang pendek dan akar yang bercabang menempel pada rhizome dan rhizome berwarna kuning sampai kecoklatan.



Tabel 1. Ciri khusus spesies lamun yang terdapat di Indonesia (lanjutan)

No	Spesies Lamun	Ciri Khusus
2	<i>Cymodocea rotundata</i> (Ehrenberg dan Hemprich) ex Ascherson	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 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. ▪ Tiap nodusnya hanya terdapat satu tegakan. ▪ Seludang daun menutup.
		
3	<i>Enhalus acoroides</i> (Lf) Royle	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Akar berbentuk seperti tali, berjumlah banyak dan tidak bercabang. ▪ Panjangnya antara 18,50 – 157,65 mm dan diameternya antara 3,00 – 5,00 mm. ▪ 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). ▪ Tumbuh terpencah atau kumpulan individu yang rapat.
		
4	<i>Syringidium isoetifolium</i> (Acherson) Dandy	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Akar tiap nodus majemuk dan bercabang, daun berbentuk silindris dan panjang, rimpangan yang tidak berbuku-buku, dan tiap tangkai daun terdiri dari 2-3 helaian daun. ▪ Mempunyai tangkai daun berbuku-buku.
		

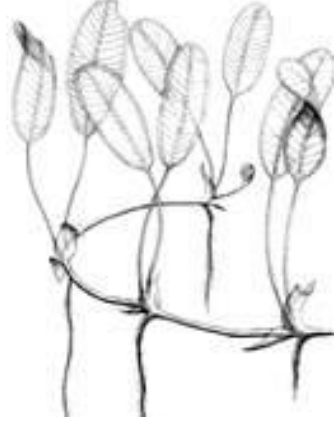
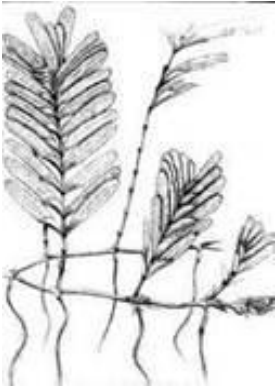
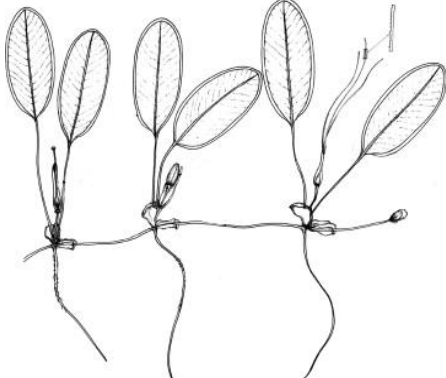
Tabel 1. Ciri khusus spesies lamun yang terdapat di Indonesia (lanjutan)

No	Spesies Lamun	Ciri Khusus
5	<i>Thalasia hemprichii</i> (Ehrenberg) Ascherson	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Daun berbentuk seperti pita dan tumbuh agak melengkung berbentuk seperti sabit yang tebal. ▪ Tiap tegakan rata-rata terdiri 3 helai daun. ▪ Mempunyai batang dengan pelepah daun yang menyelimuti dan akar serta rhizoma berbentuk seperti saluran yang berbuku-buku.
		
6	<i>Thalassodendrom ciliatum</i> (Forsskål) den Hartog	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Rhizoma yang sangat keras dan berkayu, terdapat ligule, akar berjumlah 1-5, ujung daun membentuk seperti gigi, dan helaian daunnya lebar serta pipih. ▪ Daun berbentuk sabit dan agak menyempit pada bagian pangkalnya.
		
7	<i>Halodule pinifolia</i> (Miki) den Hartog	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 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. ▪ Satu urat tengah daun jelas. ▪ Ukuran batang pendek dengan akar yang tumbuh dari rhizoma yang memiliki warna coklat kehitaman. ▪ Setiap tegakan terdapat 1-2 helai daun.
		

Tabel 1. Ciri khusus spesies lamun yang terdapat di Indonesia (lanjutan)

No	Spesies Lamun	Ciri Khusus
8	<i>Halodule uninervis</i> (Forsskål) Ascherson	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ujung daun yang berbentuk gelombang menyerupai huruf W, jarak antara nodus +2 cm, dan rimpangnya berbuku-buku. ▪ Tiap nodus berakar tunggal, banyak dan tidak bercabang dan setiap nodus hanya terdiri dari satu tegakan. ▪ Tiap tangkai daun terdiri dari 1 sampai 2 helaian daun.
9	<i>Halophila decipiens</i> (Ostenfeld)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Helai-helai daun yang berbulu, tembus cahaya, tipis menyolok, dan berbentuk oval atau elips. ▪ Tepi daun bergerigi seperti gergaji, daun yang berpasang-pasangan, dan rhizoma berbulu.
10	<i>Halophila minor</i> (Zoll.) den Hartog	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Daun oval, ukuran kecil, berpasangan dengan tangkai pada setiap ruas dari rimpang. ▪ Tulang daun kurang terdiri dari 4-7 pasang. ▪ Daun berbentuk bulat panjang seperti telur, pasangan daun dengan tegakan pendek, dan panjang daun 0,5-1,5 cm.

Tabel 1. Ciri khusus spesies lamun yang terdapat di Indonesia (lanjutan)

No	Spesies Lamun	Ciri Khusus
11	<i>Halophila ovalis</i> (R. Brown) JD Hooker 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Daun oval berpasangan, ujung daun agak bulat, akar tidak berambut, dan rhizoma yang mudah patah. ▪ Tulang daun 8 atau lebih. ▪ Permukaan daun tidak berambut. ▪ Bunga jantan dan bunga betina letaknya terpisah pada dua individu yang berbeda (berumah dua/<i>dioecious</i>).
12	<i>Halophila spinulosa</i> (R. Brown) Ascherson 	<ul style="list-style-type: none"> • Daun berbentuk bulat panjang, tepi daun tajam, rhizoma tipis dan kadang-kadang berkayu. ▪ Satu tangkai daun yang keluar dari <i>Rhizome</i> terdiri dari beberapa pasang daun yang tersusun berseri (10-20 pasang helai daun).
13	<i>Halophila sulawessi</i> (John Kuo, 2007) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ciri-cirinya hampir mirip dengan <i>Halophila ovalis</i>. ▪ Perbedaannya terletak pada posisi bunga jantan dan betinanya. ▪ Bunga jantan dan betina berada dalam satu individu (berumah satu/<i>monoecious</i>), namun terletak pada ruas yang berbeda.

Sumber: kkp.go.id

2.1.2 Keragaman Jenis Lamun

Hingga sekarang ada sekitar 72 jenis lamun di seluruh dunia dan Indonesia menjadi salah satu negara dengan keragaman jenis lamun tertinggi yakni 16 jenis (Rahmawati *et al.*, 2021). Dari 16 jenis lamun yang tercatat di Indonesia, hanya 13 jenis yang ditemukan di perairan pesisir Indonesia (Rahman *et al.*, 2022). Ketiga belas jenis lamun tergolong pada 2 famili dan 7 genus. Ketujuh genus terdiri dari 3 genus dari family Hydrocharitaceae yaitu *Enhalus*, *Thalassia*, dan *Halophila*, dan 4 genus dari family Potamogetonaceae yaitu *Syringodium*, *Cymodocea*, *Halodule*, dan *Thalassodendron*. Ketiga belas spesies tersebut, yakni *Cymodocea rotundata*, *Cymodocea serrulata*, *Enhalus acoroides*, *Syringodium isoetifolium*, *Thalassia hemprichii*, *Thalassodendron ciliatum*, *Halodule pinifolia*, *Halodule uninervis*, *Halophila decipiens*, *Halophila minor*, *Halophila ovalis*, *Halophila spinulosa*, dan *Halophila sulawessi*.

2.1.3 Faktor Pembatas yang Memengaruhi Lamun

A. Suhu

Suhu menjadi salah satu unsur penting dalam kehidupan perairan, terutama bagi aktivitas metabolisme ataupun perkembangbiakan suatu organisme. Apabila terjadi kenaikan pada suhu perairan, maka ketersediaan oksigen terlarut di perairan akan menurun. Peningkatan suhu diketahui mempunyai dampak buruk terhadap kesehatan dan kelangsungan hidup spesies lamun, ketika suhu meningkat dan batas atas toleransi termal terlampaui maka kematian sel dan organisme berpotensi terjadi (Repolho *et al.*, 2017). Sesuai dengan Peraturan Pemerintah No.22 tahun 2021, nilai baku mutu air laut untuk lamun ialah 28-30°C. Apabila temperatur berada di luar kisaran suhu tersebut, maka proses fotosintesis yang dilakukan oleh lamun akan mengalami penurunan yang tajam. Pada suhu 38°C dapat menyebabkan lamun menjadi stres dan pada suhu 48°C dapat menyebabkan kematian (Zurba, 2018).

B. Kecepatan arus

Kecepatan arus menjadi salah satu faktor pengaruh atas pertumbuhan lamun di suatu perairan. Daerah dengan kecepatannya kurang dari 0,1 m/detik

termasuk kecepatan arus yang sangat lemah (Safitri *et al.*, 2021). Kecepatan arus sekitar 0,5 m/detik mampu mendukung pertumbuhan lamun dengan baik (Dahuri, 2003). Selain itu, laju kecepatan arus perairan pada kondisi pasang surut perairan memengaruhi proses penetrasi cahaya matahari yang masuk kedalam dasar perairan dan penyebaran nutrisi di perairan (Bestari, 2019). Pendapat lain menyatakan, arus tidak memengaruhi penetrasi cahaya kecuali jika arus tersebut mengangkat sedimen sehingga mengurangi penetrasi cahaya (Salahuddin *et al.*, 2022).

C. Kecerahan perairan

Kondisi kecerahan perairan berpengaruh dalam proses pertumbuhan lamun, dimana lamun membutuhkan cahaya matahari untuk berfotosintesis yang dilakukan oleh daun untuk menghasilkan makanan dan nutrisi dalam pertumbuhannya (Mustaromin *et al.*, 2019). Nilai kecerahan yang tinggi sangat baik terhadap pertumbuhan lamun karena cahaya matahari yang diterima oleh lamun masih cukup baik untuk melakukan proses fotosintesis. Menurut Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021, kecerahan perairan yang tepat untuk lamun tumbuh ialah >3 meter.

D. Salinitas

Salinitas merupakan konsentrasi garam terlarut yang terkandung di dalam air laut. Lamun memiliki toleransi yang berbeda terhadap konsentrasi salinitas di perairan. Toleransi lamun terhadap perubahan salinitas bervariasi antar umur dan jenis, lamun yang berada di luar batas toleransinya akan mengalami kerusakan fungsional hingga kematian (Bestari, 2019). Menurut Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021, lamun dapat hidup di perairan laut dengan kisaran salinitas 33-34 ‰. Namun, sebagian besar lamun dapat hidup pada kisaran salinitas 10-40 ‰ (Tenribali, 2015). Nilai salinitas yang berada di bawah nilai optimal dapat memengaruhi pertumbuhan dan kesehatan lamun secara negatif.

E. Derajat keasaman (pH)

Derajat keasaman (pH) merupakan ukuran besaran konsentrasi yang menunjukkan perairan tersebut bersifat asam atau basa (Tenribali, 2015). Menurut Sakaruddin (2011), kisaran pH optimal untuk air laut ialah 7,5-8,5 dan kisaran pH tersebut baik untuk lamun. Derajat keasaman (pH) air laut memengaruhi klorofil a dan b,

laju fotosintesis, dan laju pertumbuhan daun lamun (Djafar *et al.*, 2022). Menurut Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021, kisaran pH untuk lamun tumbuh ialah 7-8,5.

F. Oksigen terlarut (DO)

Kandungan oksigen dalam air dapat berasal dari difusi udara dan hasil fotosintesis organisme berklorofil (termasuk lamun) yang hidup di perairan (Bestari, 2019). Perairan yang hangat memiliki kandungan oksigen terlarut yang rendah dibandingkan dengan perairan yang lebih dingin, dimana konsentrasi kejenuhan oksigen terlarut menurun antara 0,2 dan 0,3 mg/L untuk setiap kenaikan temperatur derajat celcius (Sakaruddin, 2011). Padang lamun merupakan lingkungan yang kaya akan oksigen sehingga cocok bagi makrofauna untuk melakukan kolonisasi di ekosistem tersebut. Selain itu, penurunan DO dapat menghambat proses fotosintesis sehingga dapat menurunkan produktivitas primer lamun (Djafar *et al.*, 2022).

G. Substrat

Substrat merupakan media bagi tumbuhan untuk memperoleh nutrisi. Lamun dapat ditemukan pada berbagai karakteristik substrat. Padang lamun di Indonesia dikelompokkan ke dalam enam kategori berdasarkan karakteristik tipe substratnya, yaitu lamun yang hidup di substrat lumpur, lumpur berpasir, pasir, pasir berlumpur, puing karang dan batu karang. Hampir semua jenis lamun dapat tumbuh pada berbagai substrat, kecuali pada *Thalassodendron ciliatum* yang hanya dapat hidup pada substrat karang batu (Kiswara dan Hutomo, 1985).

2.2 Filum Echinodermata

Kata echinodermata berasal dari bahasa Yunani, yakni *echinos* berarti duri dan *derma* berarti kulit. Umumnya echinodermata terbagi menjadi 5 kelas, yaitu bintang laut (Asterozoa), bulu babi (Echinozoa), teripang (Holothurozoa), bintang laut mengular (Ophiurozoa), dan lili laut (Crinozoa).

Spesies echinodermata termasuk dalam spesies yang pergerakannya sangat lambat dan sebagian besar spesiesnya berkulit tajam karena dari tonjolan rangka dan duri kulitnya. Secara morfologi sebagian besar hewan echinodermata bertubuh kasar karena adanya tonjolan kerangka dan duri yang memiliki berbagai fungsi, bentuk tubuh ada yang seperti bintang, bulat, pipih, dan bulat memanjang (Jalaluddin dan Ardeslan, 2017). Selain itu, terdapat sistem vaskular air dimana air akan masuk menuju kanal hidraulik yang bercabang-cabang, kemudian menuju ke kaki tabung yang berfungsi untuk lokomosi, mencari makan, dan pertukaran gas (Rahmadina, 2021).

Echinodermata memiliki nilai ekologis sebagai pemakan sampah organik (detritus) yang berasal dari sisa hewan dan tumbuhan, spesies tersebut juga memiliki nilai ekonomis yang tinggi di bidang pangan, obat-obatan, dan estetika. Selain itu, echinodermata juga dapat dijadikan sebagai bioindikator kualitas di ekosistem laut (Sari *et al.*, 2021).

A. Kelas Asteroidea

Secara umum, Asteroidea memiliki ciri khas bentuk tubuh yang terdiri dari oral dan aboral, bergerak dengan kaki tabung, dan dapat meregenerasi tubuhnya (Syafira *et al.*, 2022). Umumnya bintang laut berbentuk seperti bintang yaitu mempunyai 5 lengan, tubuhnya berduri tersusun atas zat kapur (osikel). Pada dasar duri terdapat *pedisalaria* yang berfungsi untuk melindungi organ respirasi, menangkap makanan, dan mencegah sisa organisme. *Pedisalaria* memiliki dua tipe, yaitu tipe tang dan tipe gunting.

B. Kelas Echinoidea

Bulu babi (*Sea urchins*) masuk kedalam kelas Echinoidea yang memiliki karakteristik tubuh berbentuk bundar, oval, atau seperti cakram, dan pergerakannya lambat menggunakan podia atau duri (Syafira *et al.*, 2022).

Bulu babi memiliki peran sebagai pengendali populasi makroalga yang menempati area tertentu seperti terumbu karang (Suryanti *et al.*, 2014). Selain itu, spesies dari famili Echinoidea dapat dijumpai pula di berbagai macam habitat seperti rata-rata terumbu, daerah pertumbuhan alga, padang lamun, koloni karang hidup maupun karang mati (Suryanti *et al.*, 2020). Keberadaan bulu babi di suatu

ekosistem terkait dengan karakteristik substrat, habitat yang spesifik, namun beberapa jenis mampu hidup pada daerah yang berbeda seperti pada bebatuan, celah karang maupun pecahan karang (Suryanti et al., 2014).

C. Kelas Holothuroidae

Teripang (Holothuroidae) merupakan hewan yang tidak bertulang belakang, bertubuh lunak atau berduri (Maria *et al.*, 2021) dan termasuk dalam biota yang paling umum dijumpai (Husain *et al.*, 2017). Tubuh teripang berbentuk silindris antara 10-30 cm sering disamakan dengan bentuk ketimun, struktur tubuh licin dan dapat menebal maupun menipis, berwarna hitam pekat, coklat, abu-abu serta mengeluarkan lendir sebagai bentuk pertahanan diri.

D. Kelas Ophiuroidea

Bintang mengular (Ophiuroidea) merupakan salah satu filum dari kelompok Echinodermata yang memiliki bentuk tubuh seperti bintang laut, simetri radial dan memiliki lima lengan seperti cambuk yang bergerak fleksibel dan mudah patah saat merasa terancam (Novitasari *et al.*, 2020).

E. Kelas Crinoidea

Lili laut (Crinoidea) memiliki tubuh yang berukuran kecil dan berbentuk seperti cangkir dengan panjang sekitar 35 cm. Terdapat tentakel yang bercabang-cabang pada bagian mulutnya yang berfungsi untuk menangkap makanan. Beberapa lili laut memiliki tangkai yang digunakan untuk melekat di dasar laut sehingga terlihat seperti batang pada tanaman. Lili laut memakan plankton dengan bantuan tentakel. Lalu, organ kelamin Crinoidea terpisah yang mana gonad berada di dalam pinnula (Rahmadina, 2021).

2.2.1 Faktor Pembatas yang Memengaruhi Echinodermata

a. Suhu

Bagi hewan bentos suhu menjadi faktor pembatas yang setiap spesies memiliki batas toleransi yang berbeda terhadap suhu lingkungan. Menurut Tenribali (2015), kisaran suhu optimum bagi kehidupan makrozoobentos yaitu 28-31°C. Lusianingsih (2011), menyatakan suhu optimum bagi kehidupan makrozoobentos yaitu berkisar 28-30°C dan masih termasuk dalam batas toleransi makrozoobentos.

b. Kecepatan arus

Kecepatan arus memengaruhi substrat dasar perairan juga berperan dalam penyebaran makrozoobentos. Saraswati *et al.*, (2017) menyatakan, bahwa arus memegang peranan penting dalam pergerakan zat hara yang terdapat di perairan yang mana zat hara berguna untuk pertumbuhan organisme akuatik (Gina *et al.*, 2021). Stohr *et al.* (2012) menyatakan bahwa arus yang layak untuk kehidupan echinodermata berkisar antara 0-20 m/s.

c. Kecerahan perairan

Rendahnya tingkat kecerahan dapat mengakibatkan terganggunya sistem osmoregulasi makrozoobentos seperti pernapasan dan daya pandang bentos, serta dapat menghambat penetrasi cahaya yang masuk ke dalam perairan (Musthofa *et al.*, 2014).

d. Salinitas

Bagi makrozoobentos, salinitas merupakan faktor pembatas dan berpengaruh dalam penyebaran makrozoobentos dan organisme perairan lainnya. Kisaran salinitas yang baik bagi kehidupan makrozoobentos berkisar antara 15-45 ‰ (Izzah dan Roziaty, 2016).

e. Derajat keasaman (pH)

pH juga mendukung kelangsungan hidup dan pertumbuhan makrozoobentos. Sebagian besar organisme air peka terhadap perubahan pH dan menyukai kisaran pH 7-7,5 dan apabila nilai pH dalam suatu perairan < 7 maka dapat menyebabkan turunnya keanekaragaman jenis makrozoobentos (Bestari, 2019).

f. Oksigen terlarut (DO)

Semakin besar kandungan oksigen terlarut dalam suatu ekosistem, maka semakin baik pula bagi kehidupan makrozoobentos di ekosistem tersebut. Ridwan *et al.* (2016) menyatakan, kehidupan makrozoobentos masih dapat bertahan apabila oksigen terlarut dalam perairan minimum sebanyak 5 mg/L, selebihnya bergantung dari ketahanan organisme tersebut, derajat keaktifan, dan lainnya. Semakin tinggi kadar oksigen maka semakin besar kandungan oksigen dalam ekosistemnya sehingga, keanekaragaman bentos pun beragam.

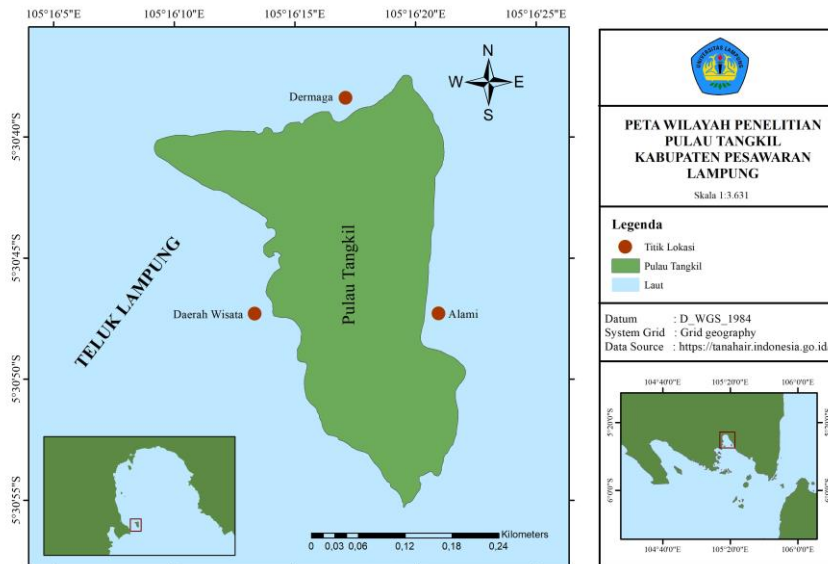
g. Substrat

Keberadaan echinodermata yang biasa ditemukan hidup berkelompok di perairan dangkal di daerah rata-rata terumbu karang (Andriyani *et al.*, 2021). Menurut Nugroho *et al.* (2017), beberapa tipe habitat echinodermata antara lain karang mati, pecahan karang, lamun, dan pasir.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada Bulan September 2023 di sekitar Pulau Tangkil, Kabupaten Pesawaran, Bandar Lampung. Lokasi yang menjadi titik penelitian meliputi tiga lokasi ditinjau dari luasan lamun dan kerapatan lamun. Titik lokasi penelitian ditunjukkan pada Gambar 3. Pada lokasi lokasi daerah wisata luas lamun ($360 \times 90\text{m}^2$) ke arah laut, lokasi dermaga luas lamun ($270 \times 50 \text{m}^2$) ke arah laut, dan lokasi alami luas lamun ($281 \times 66 \text{m}^2$) ke arah laut. Proses identifikasi jenis lamun dan fauna echinodermata dilakukan di Laboratorium Produktivitas Lingkungan Perairan, Jurusan Perikanan dan Kelautan, unila.



Gambar 3. Peta lokasi penelitian

3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Alat yang digunakan

No	Alat	Keterangan/Fungsi
1	GPS	Penentuan titik sampling.
2	<i>Roll meter</i>	Pembuatan garis transek .
3	Transek kuadran	Pengamatan lamun.
4	<i>Secchi disk</i>	Pengukuran kecerahan dan kedalaman.
5	<i>Stopwatch</i>	Pengontrolan waktu kecepatan arus.
6	Termometer	Pengukuran <i>temperature</i> air.
7	Refraktometer	Pengukuran salinitas.
8	pH <i>paper</i>	Pengukuran pH.
9	DO meter	Pengukuran DO.
10	<i>Smartphone</i>	Dokumentasi.
11	<i>Ziplock</i>	Penyimpanan sampel.
12	Masker, snorkel, dan <i>allbike</i>	Pengamatan di lapangan.
13	<i>Shieve shaker</i>	Pengayakan substrat.
14	Laptop	Penulisan laporan dan pengolahan data.
15	Buku Panduan Status Padang Lamun Indonesia 2017 dan Panduan <i>Monitoring Padang Lamun</i>	Panduan identifikasi lamun.

Tabel 3. Bahan yang digunakan

No	Bahan	Keterangan/Fungsi
1	Lamun	Sampel.
2	Fauna echinodermata	Sampel.
3	Substrat	Sampel.

3.3 Prosedur Penelitian

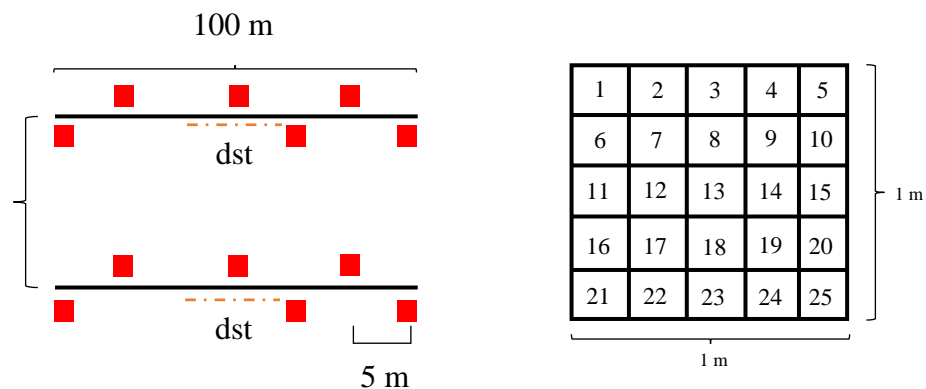
3.3.1 Penentuan Lokasi Penelitian

Penentuan lokasi penelitian dilakukan dengan menggunakan metode *purposive sampling*. Metode *purposive sampling* merupakan penentuan lokasi dengan beberapa pertimbangan tertentu oleh peneliti, berdasarkan ciri atau sifat-sifat populasi yang sudah diketahui sebelumnya (Notoatmodjo, 2002). Oleh karena itu, diputuskan terdapat tiga lokasi pengamatan berdasarkan dari karakteristik lokasinya

seperti lokasi daerah wisata yang bersinggungan langsung dengan wisatawan, lokasi dermaga yang terdapat mobilitas kapal, dan lokasi alami yang berada di balik bebatuan dan masih jarang dijamah wisatawan.

3.3.2 Pengambilan Sampel Lamun

Penentuan awal transek dimulai dari kali pertama lamun ditemui dengan menggunakan *roll* meter, tiap lokasi akan dibentangkan garis transek sejajar garis pantai dengan panjang garis transek 100 meter dan jarak antar garis transek 25 meter. Kemudian, transek kuadran berukuran $1 \times 1 \text{ m}^2$ diletakkan secara zig-zag sepanjang garis transek, dimulai dari meter ke-0, meter ke-5, meter ke-10, dan seterusnya sampai batas lamun yang telah ditentukan seperti pada Gambar 4. Kerapatan lamun pada setiap transek kuadran dihitung dari jumlah individu atau tegakan spesies lamun. Perhitungan tersebut dilakukan secara manual dan pengamat harus mencatat langsung hasil dari kerapatan tiap transek kuadran.



a. Transek garis 100 m^2

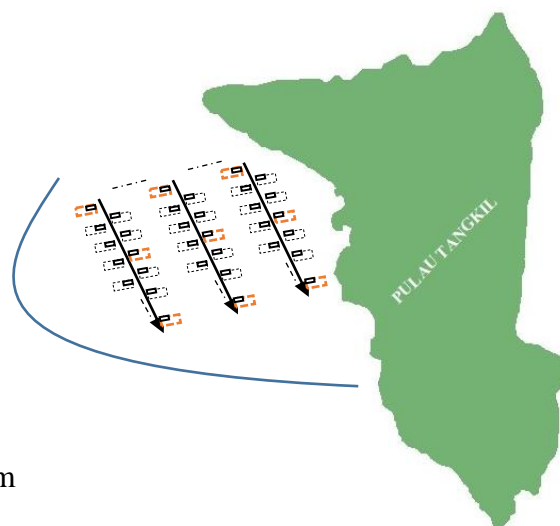
b. Transek kuadran $1 \times 1 \text{ m}^2$

Gambar 4. Skema penentuan dan pengambilan sampel berdasarkan transek garis dan transek kuadran

Data lamun yang telah didapat, dihitung dan ditentukan nilai persentase penutupan lamun yang ada di tiap kotak kecil pada *frame* kuadran dengan acuan seperti pada Tabel 4. Keseluruhan jumlah garis transek pada semua lokasi sebanyak 9 garis transek dengan tiap garis transek terdapat 21 sampel (plot), maka total keseluruhan sampel yang diambil sebanyak 189 sampel. Ilustrasi penentuan lokasi pengambilan data lamun dapat dilihat pada Gambar 5.

Keterangan :

- Arah transek
- Plot ukuran 1 x 1 m²
- Jarak antar plot 5 m
- Plot sampel fisika kimia dan substrat
- Jarak antar garis transek 50 m
- Batas tubir



Gambar 5. Ilustrasi penentuan lokasi pengambilan data kerapatan lamun, kelimpahan makrozoobentos, dan sampel fisika kimia dan substrat

Tabel 4. Penilaian penutupan lamun berdasarkan kerapatan

Kategori	Nilai penutupan lamun
Tutupan penuh	100
Tutupan $\frac{3}{4}$ kotak kecil	75
Tutupan $\frac{1}{2}$ kotak kecil	50
Tutupan $\frac{1}{4}$ kotak kecil	25
Kosong	0

Sumber: Rahmawati *et al.* (2014)

3.3.3 Pengambilan Data Fauna Echinodermata

Pengambilan data makrozoobentos sama dengan pengambilan data lamun. Data makrozoobentos yang diambil ialah makrozoobentos yang berada di permukaan substrat. Menggunakan metode transek searah bibir pantai (*horizontal*) mulai dari awal lamun terlihat sampai dengan batas lamun yang ditentukan. Makrozoobentos yang ditemukan didokumentasikan saat masih berada di dalam plot dan di luar plot untuk mengukur panjang dan tinggi tubuh makrozoobentos.

3.3.4 Pengukuran Parameter Kualitas Perairan

Pengukuran parameter kualitas perairan di padang lamun Pulau Tangkil dilakukan pada semua lokasi pengamatan. Pengambilan data dilakukan secara langsung di lapangan (*in situ*) pada setiap lokasi dengan ulangan masing-masing sebanyak 3

kali. Pengukuran data parameter kualitas perairan seperti suhu, DO, dan pH perairan menggunakan *water quality checker*, salinitas menggunakan refraktometer, kecepatan arus menggunakan data sekunder arus di Copernicus EU, dan kecerahan menggunakan secchi disk.

3.3.5 Pengambilan Sampel Substrat

Pengambilan sampel substrat dilakukan di setiap lokasi secara *in situ* dengan ulangan sebanyak 3 kali, lalu dimasukkan ke dalam *ziplock*. Sampel substrat yang diambil kemudian dibawa ke Laboratorium Produktivitas Lingkungan Perairan, Jurusan Perikanan dan Kelautan, unila untuk dilakukan pengeringan dan pengayakan. Sampel dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 150°C (Muhaemin *et al.*, 2023). Setelah itu dengan menggunakan mesin *shieve shaker* sampel diayak untuk mengetahui ukuran butiran substrat. Substrat diklasifikasikan berdasarkan ukuran dengan skala wentworth menurut Nuraini dan Wiyanto (2021) seperti pada Tabel 5. Metode penyaringan (*shieve shaker*) bertujuan untuk mengetahui komposisi ukuran butir substrat dengan diameter di atas 0,0625 mm (Nursanti *et al.*, 2012). Perhitungan ukuran dan jenis sedimen dilakukan menggunakan persamaan berat persen sedimen pada metode ayakan kering (Aisha *et al.*, 2021).

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

Tabel 5. Klasifikasi ukuran substrat

No	Kategori substrat	Diameter (mm)
1	Kerikil besar (<i>boulder</i>)	>256
2	Kerikil kecil (<i>gravel</i>)	2-256
3	Pasir sangat kasar (<i>very coarse sand</i>)	1-2
4	Pasir kasar (<i>coarse sand</i>)	0,5-1
5	Pasir agak kasar (<i>medium sand</i>)	0,25-0,5
6	Pasir halus (<i>fine sand</i>)	0,125-0,25
7	Pasir sangat halus (<i>very fine sand</i>)	0,0625-0,125
8	Lanau/debu (<i>silt</i>)	0,0039-0,0625
9	Lempung (<i>clay</i>)	<0,0039

Sumber: Hutabarat dan Evans (1984) dalam Muhaemin *et al.* (2023)

3.4 Analisis Data

3.4.1 Vegetasi Lamun

A. Kerapatan jenis (K_i)

Kerapatan jenis ialah jumlah individu lamun dalam per satuan luas (m^2). Kerapatan lamun dapat dihitung dengan menggunakan persamaan dibawah (Putra, 2014).

$$K_i = \frac{n_i}{A} \dots\dots\dots (2)$$

dimana : K_i = Kerapatan jenis (tegakan/ m^2)
 n_i = Jumlah tegakan jenis-i (tegakan)
 A = Luas daerah yang disampling (m^2)

Berdasarkan persamaan 2, kerapatan lamun dikategorikan seperti pada Tabel 6.

Tabel 6. Skala kondisi kerapatan lamun

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

Sumber: Rahmawati *et al.* (2014)

B. Kerapatan relatif (KR_i)

Kerapatan relatif merupakan perbandingan antara jumlah individu jenis ke-i dengan jumlah total individu seluruh jenis menurut English *et al.* (1994) dalam Fahrudin *et al.* (2023). Kerapatan relatif dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$KR_i = \frac{N_i}{\Sigma n} \times 100 \dots\dots\dots (3)$$

dimana: KR_i = Kerapatan jenis relatif (%)
 N_i = Jumlah total tegakan individu jenis ke-i
 Σn = Jumlah total tegakan seluruh jenis

C. Frekuensi jenis (F_i)

Frekuensi jenis adalah peluang ditemukannya suatu jenis lamun dalam area atau petak yang diamati. Frekuensi jenis dapat menggambarkan seberapa sering suatu jenis lamun muncul pada area tertentu menurut Brower *et al.* (1989) dalam Fahrudin *et al.* (2023). Frekuensi jenis dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$F_i = \frac{P_i}{\Sigma p} \dots\dots\dots (4)$$

dimana: F_i = Frekuensi jenis
 P_i = Jumlah petak dimana jenis ke-i ditemukan
 Σp = Jumlah total petak yang diamati

D. Frekuensi relatif (FR_i)

Frekuensi relatif merupakan perbandingan antara frekuensi jenis ke-i (F_i) dengan frekuensi seluruh jenis menurut Brower *et al.* (1989) dalam Fahrudin *et al.* (2023). Frekuensi relatif dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$FR_i = \frac{F_i}{\Sigma F} \times 100 \dots\dots\dots (5)$$

dimana: FR_i = Frekuensi relatif (%)
 F_i = Frekuensi jenis ke-i
 ΣF = Jumlah total frekuensi seluruh jenis

E. Penutupan jenis (C_i)

Penutupan lamun menyatakan luasan area yang tertutupi oleh lamun. Persentase penutupan lamun menggunakan metode *rapid assesment* dengan menggunakan persamaan sebagai berikut (Fahrudin *et al.*, 2023).

$$C_i = \frac{\Sigma(M_i \times F_i)}{\Sigma F} \dots\dots\dots (6)$$

dimana: C_i = Penutupan jenis
 M_i = Titik tengah (*Mid point*)
 F_i = Frekuensi jenis ke-i
 ΣF = Jumlah total frekuensi seluruh jenis

F. Penutupan relatif (CR_i)

Penutupan relatif merupakan perbandingan antara penutupan individu jenis ke-i dengan jumlah penutupan seluruh jenis seperti yang dirumuskan oleh Mc Kenzie *et al.* (2009) dalam Fahrudin *et al.* (2023).

$$CR_i = \frac{C_i}{\sum C_i} \times 100 \dots\dots\dots (7)$$

dimana: CR_i = Penutupan relatif (%)
 C_i = Luas area yang tertutupi jenis ke-i
 ∑C_i = Penutupan seluruh jenis

G. Indeks nilai penting (INP)

Indeks nilai penting (INP) lamun digunakan untuk menghitung dan menduga secara keseluruhan dari peranan satu jenis (spesies) di dalam suatu komunitas. Menurut Brower *et al.* (1989) dalam Fahrudin *et al.* (2023), semakin tinggi nilai INP suatu jenis terhadap jenis lainnya, maka semakin tinggi peranan jenis tersebut pada komunitasnya. Untuk menghitung INP digunakan persamaan sebagai berikut:

$$INP = KR_i + FR_i + CR_i$$

dimana: KR_i = Kerapatan jenis relatif
 FR_i = Frekuensi relatif
 CR_i = Penutupan relatif

H. Indeks Ekologi Lamun

Perhitungan indeks ekologi lamun dapat dilakukan dengan menghitung indeks keanekaragaman (H') lamun menggunakan persamaan 9, indeks keseragaman (E') lamun menggunakan persamaan 10, dan indeks dominansi (C) lamun menggunakan persamaan 11.

3.4.2 Echinodermata

A. Kelimpahan Makrozoobentos

Bestari (2019) menyatakan bahwa kelimpahan makrozoobentos merupakan hasil konversi kelimpahan pada setiap kotak pengambilan sampel di tiap meter persegi

(m²) dengan persamaan untuk menghitung kelimpahan makrozoobentos sebagai berikut:

$$D_i = \frac{N_i}{A} \dots\dots\dots (8)$$

dimana : D_i = Kepadatan makrozoobentos (individu/m²)

N_i = Jumlah makrozoobentos yang ditemukan (individu)

A = Luas daerah yang disampling (m²)

B. Indeks Keanekaragaman (H')

Rumus yang digunakan untuk menghitung keanekaragaman makrozoobentos ialah Shannon-Wiener (Browner *et al.*, 1990) (Sirait *et al.*, 2018):

$$H' = -\sum\left\{\left(\frac{N_i}{N}\right) \ln \left(\frac{N_i}{N}\right)\right\} \dots\dots\dots (9)$$

Keterangan : H' = Indeks keanekaragaman

N_i = Jumlah individu suatu jenis

N = Jumlah seluruh jenis setiap individu

Kategori indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (1949) *dalam* Sirait *et al.* (2018) :

$H' < 2,3026$ = keanekaragaman rendah;

$2,3026 < H' < 6,9078$ = keanekaragaman sedang; *dan*

$H' > 6,9078$ = keanekaragaman tinggi.

C. Indeks Keseragaman (E)

Indeks keseragaman digunakan untuk mengetahui ukuran kesamaan jumlah individu antar spesies dalam suatu komunitas (Brower *et al.*, 1990). Untuk menentukan indeks keanekaragaman digunakan persamaan Shannon-Whiener (1963) *dalam* Sirait *et al.* (2018) :

$$E = \frac{H'}{H_{\max}} \dots\dots\dots (10)$$

Keterangan : E = Indeks keseragaman

H' = Indeks keanekaragaman

H_{\max} = $\ln S$

S = Jumlah spesies

Kategori indeks keseragaman (Sirait *et al.*, 2018) :

$$E = 0 - 1;$$

E mendekati 0 = sebaran individu antar jenis tidak merata atau ada jenis tertentu yang dominan

E mendekati 1 = sebaran individu antar jenis merata

D. Indeks Dominansi (D)

Indeks dominansi (D) digunakan untuk penentuan ada atau tidaknya makrozoo-bentos yang mendominasi suatu perairan (Ridwan *et al.*, 2016). Persamaan yang digunakan menurut Odum (1993) dalam Sirait *et al.* (2018) adalah sebagai berikut:

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

Keterangan : C = Indeks dominansi

n_i = Jumlah individu jenis ke-1

N = Total individu semua jenis

Kriteria indeks dominansi Odum (1993) dalam Sirait *et al.* (2018) :

$$C = 0 - 1;$$

C mendekati 0 = tidak ada spesies yang mendominasi

C mendekati 1 = ada spesies yang mendominasi

E. Pola sebaran

Analisis pola sebaran echinodermata menggunakan indeks Morisita yang terstandar (Morisita, 1962; Krebs, 1998; dalam Metananda *et al.*, 2015). Indeks tersebut dihitung dengan persamaan 12:

$$I_d = n \frac{\sum x^2 - \sum x}{((\sum x)^2 - \sum x)} \dots\dots\dots (12)$$

Keterangan :

I_d = Indeks Morisita

n = Jumlah plot pengamatan

X = Jumlah individu tiap sampel

$$M_u = \frac{X^2_{0.975} - n + \sum x_i}{(\sum x_i) - 1} \dots\dots\dots (13)$$

$$M_c = \frac{X^2_{0.025} - n + \sum X_i}{(\sum X_i) - 1} \dots\dots\dots (14)$$

Keterangan :

M_u = Indeks Morisita untuk pola sebaran seragam

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

M_c = Indeks Morisita untuk pola sebaran mengelompok

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

$\sum X_i$ = Jumlah organisme dalam kuadrat i (i =1,.....n)

n = Jumlah kuadrat

Berdasarkan hasil indeks M_c dan M_u maka indeks Morisita standar (I_p) dihitung berdasarkan salah satu dari empat persamaan berikut:

$$I_p = 0,5 + 0,5\left(\frac{I_d - M_c}{n - M_c}\right); \text{ jika } I_d \geq M_c > 1 \dots\dots\dots (15)$$

$$I_p = 0,5\left(\frac{I_d - 1}{M_c - 1}\right); \text{ jika } M_c \geq I_d > 1 \dots\dots\dots (16)$$

$$I_p = -0,5\left(\frac{I_d - 1}{M_u - 1}\right); \text{ jika } 1 \geq I_d > M_u \dots\dots\dots (17)$$

$$I_p = -0,5 + 0,5\left(\frac{I_d - M_u}{M_u}\right); \text{ jika } 1 \geq M_u > I_d \dots\dots\dots (18)$$

Keterangan :

a. jika nilai $I_d > 1$, dan $I_d \geq M_c$, maka memakai persamaan 15

b. jika nilai $I_d > 1$, dan $I_d < M_c$, maka memakai persamaan 16

c. jika nilai $I_d < 1$, dan $I_d > M_u$, maka memakai persamaan 17

d. jika nilai $I_d < 1$, dan $I_d < M_u$, maka memakai persamaan 18

Adapun kategori menentukan pola sebaran echinodermata ditunjukkan pada Tabel

7.

Tabel 7. Kategori indeks Morisita

Indeks Morisita (I_p)	Kategori
$I_p < 0$	Pola peyebaran seragam
$I_p = 0$	Pola peyebaran acak
$I_p > 0$	Pola peyebaran mengelompok

Sumber : Metananda *et al.* (2015)

3.4.3 Analisis Hubungan Ekosistem Lamun, Parameter Lingkungan, dan Jenis Substrat terhadap Struktur Komunitas Echinodermata

Setelah turun lapang, maka diperoleh 2 bentuk data, yakni data primer meliputi data lamun, data makrozoobentos, data parameter kualitas perairan, dan data jenis substrat, lalu data sekunder dari panduan monitoring lamun, panduan identifikasi makrozoobentos, dan dari sumber lainnya. Data tersebut diolah dan dianalisis secara statistik deskriptif dengan mendeskripsikan data yang telah terkumpul dalam bentuk grafik, tabel, persentase, frekuensi, dan diagram (Asyik dan Rosmawati, 2018).

Data lamun, data makrozoobentos, data parameter kualitas perairan, dan data jenis substrat diolah menggunakan *software* Microsoft Excel 2013. Analisis hubungan ekosistem lamun, parameter kualitas perairan, dan jenis substrat terhadap struktur komunitas echinodermata dilakukan dengan menggunakan PCA (*principal component analysis*). *Principal component analysis* (PCA) merupakan suatu teknik statistik yang mengubah sebagian besar variabel asli yang saling berkorelasi satu dengan yang lainnya menjadi satu set variabel baru yang lebih kecil dan tidak terikat. *Principal component analysis* (PCA) berguna untuk menyeleksi data hubungan ekosistem lamun dengan struktur komunitas echinodermata, parameter lingkungan mana yang memengaruhi struktur komunitas echinodermata, dan pengaruh jenis substrat atas kelimpahan makrozoobentos struktur komunitas echinodermata dengan menggunakan bantuan *software* PAST 4.06b. Keempat variabel yang telah ditentukan akan distandarisasi untuk menyamakan nilai atau kontribusinya dalam analisis, lalu menghitung matriks kovarians untuk mengetahui hubungan antarvariabel. Selanjutnya, identifikasi komponen utama dengan menghitung nilai dan vektor eigen matriks kovarians. Nilai eigen diurutkan mulai dari yang tertinggi ke yang terendah untuk melihat seberapa besar varian yang dapat

dijelaskan oleh komponen utama. Vektor eigen merupakan nilai *loadings* yang digunakan untuk membuat persamaan komponen utama. Interpretasi dari persamaan komponen utama ialah semakin besar koefisien suatu variabel pada komponen utama, semakin besar pula hubungan pengaruh variabel tersebut dengan komponen utama yang bersangkutan. Setelah didapatkan persamaan komponen utamanya, maka dapat dilakukan rekonstruksi data dan reduksi data yang berawal dari 4 variabel menjadi 2 variabel dan merepresentasikan dalam bentuk grafik.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa:

1. Hasil indeks keanekaragaman dan indeks keseragaman lamun termasuk rendah, sedangkan indeks dominansi lamunnya mencapai 1 yang artinya terdapat jenis lamun yang mendominasi di lokasi tersebut.
2. Hasil indeks keanekaragaman pada struktur komunitas echinodermata termasuk rendah, sedangkan indeks keseragaman di lokasi daerah wisata dan dermaga menunjukkan sebaran jenis echinodermata di lokasi tersebut merata. Lalu, indeks dominansinya pada lokasi alami mendekati 1 yang artinya terdapat spesies echinodermata yang mendominasi di lokasi tersebut.
3. Hasil analisis PCA menunjukkan hubungan kelimpahan echinodermata dan kerapatan lamun memiliki hubungan positif, lalu karakteristik variabel kualitas perairan yang memengaruhi ialah salinitas dan DO.

5.2 Saran

Perlunya edukasi lebih lanjut kepada pengelola maupun wisatawan Pulau Tangkil terkait ekosistem lamun dan fungsi lamun bagi biota lain, selain itu diharapkan untuk penelitian selanjutnya yang mengambil judul yang sama untuk memperluas cakupan biota menjadi makrozoobentos.

DAFTAR PUSTAKA

- Aisha, N., Asmadin., dan Takwir, A. 2021. Karakteristik sedimen berdasarkan pola arus di perairan Teluk Kendari. *Jurnal Sapa Laut*. 6(2): 159-166.
- Alongi, D. M. 1998. *Coastal Ecosystem Process*. CRC Press. New York. 419 hlm.
- Andriyani, F., Saiful, M., Azahra, N. S., Zahira, S., Serlina, R., dan Rusdi, R. 2021. Keanekaragaman echinodermata berdasarkan tipe substrat di Pulau Tidung, Kepulauan Seribu. *Risenologi*. 6(2): 36-42.
- Arifin. 2001. *Ekosistem Padang Lamun*. Buku Ajar. Jurusan Ilmu Kelautan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin Makassar.
- Asyik, N. A. A. F., dan Rosmawati, T. 2018. Hubungan kerapatan lamun dengan kepadatan bivalvia di pesisir Pantai Ori Kecamatan Pulau Haruku. *Jurnal Biology Science & Education*. 7(1): 81-94.
- Bengen, D. G. 2000. *Pengenalan dan Pengelolaan Ekosistem Mangrove*. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan IPB. Bogor. 58 hlm.
- Bestari, T. P. 2019. *Hubungan Kerapatan Lamun (Seagrass) Dengan Kelimpahan Makrozoobentos Di Perairan Pantai Hijau Daun Kecamatan Sangkapura Kabupaten Gresik*. Universitas Islam Negeri Sunan Ampel. Surabaya. 90 hlm.
- Barus, T. A. 2002. *Pengantar Limnologi*. Universitas Sumatera Utara. Medan. 193 hlm.
- Brower, J., Jernold, Z., and Ende, C. V. 1990. *Field and Laboratory Methode for General Ecology Third Edition*. Brown Publisers. USA. 288 hlm.
- Dahuri, R., 2003. *Keanekaragaman Hayati Laut*. Jakarta. PT Gramedia Pustaka Utama. 412 hlm.
- Djafar, J., Mamu, H., dan Hamidun, M. S. 2022. Biodiversitas jenis lamun di perairan wisata tambatan perahu Desa Pentadu Timur Kabupaten Boalemo. *Bioma*. 7(2): 14-23.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan*. Kanisius. Yogyakarta. 257 hlm.
- English, C., Wikinson., and Baker, V. 1994. *Survey Manual for Tropical Marine Resours*. Australian Institute of Marine Science. Townsville. 368 hlm.

- Fahrudin, M., Suriyadin, A., Murtawan, H., Abdurachman, M. H., Setyono, B. D. H., Saputra, A., dan Ilyas, A. P. 2023. Struktur komunitas lamun di perairan Ketapang, Lombok Barat. *Journal of Marine Research*. 12(1): 61-70.
- Fata, L. N. 2020. *Pengembangan Buku Petunjuk Praktikum Berbasis Keanekaragaman Echinodermata di Kawasan Pantai Pacar Tulungagung*. [skripsi]. Institut Agama Islam tulungagung, Jawa Timur. Hlm 63.
- Feryatun, F. 2012. Kerapatan dan distribusi lamun (seagrass) berdasarkan zona kegiatan yang berbeda di perairan Pulau Pramuka, Kepulauan Seribu. *Management Of Aquatic Resources Journal (Maquares)*. 1(1): 44-50.
- Gina, R., Rudolf, M., and Sulardiono, B. 2021. Struktur komunitas makrozoobentos di perairan pesisir Kelurahan Mangunharjo sebagai bioindikator kualitas perairan. *Life Science*. 10(2): 150-161.
- Gholizadeh, M. H., Melesse, A. M., dan Reddi, L. 2016. A comprehensive review on water quality parameters estimation using remote sensing techniques. *Sensors*. 16(8): 1298.
- Haddad, M. S. A., dan Abubakar, S. 2016. Distribusi komunitas padang lamun (seagrass) di perairan Tanjung Gosale Kecamatan Oba Utara Kota Tidore Kepulauan. *Jurnal Techno*. 5(1): 76-95.
- 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.
- Hidayah, A. N. K. R., Ario, R., dan Riniatsih, I. 2019. Studi struktur komunitas padang lamun di Pulau Parang, Kepulauan Karimunjawa. *Journal of Marine Research*. 8(1): 107-116.
- Husain, G., J.F.W.S. Tamanampo, G.D. Manu. 2017. Struktur komunitas teripang (Holothuroidea) Pantai Pulau Nyaregilaguramangofa Kecamatan Jailolo Selatan Kabupaten Halmahera Barat Maluku Utara. *Jurnal Ilmiah Platax*. 5(2): 177-188.
- Husnayati, H., Arthana, I. W., dan Wiryatno, J. 2015. Struktur komunitas makrozoobentos pada tiga muara sungai sebagai bioindikator kualitas perairan di pesisir Pantai Ampenan dan Pantai Tanjung Karang Kota Mataram Lombok. *Ecotropic*. 7(2): 116-125.
- Hutabarat, S dan Evans, S. M. 1984. *Pengantar Oceanografi*. Universitas Indonesia (UI-Press). Jakarta. 159 hlm.
- Hemminga, M. A. dan Duarte. C. M. 2000. *Seagrass Ecology*. Cambridge University Press . Australia. 298 hlm.
- 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.

- Izzah, N. A., dan Roziaty, E. 2016. Keanekaragaman makrozoobentos di pesisir Pantai Desa Pangung Kecamatan Kedung Kabupaten Jepara. *Jurnal Penelitian Biologi*. 2(2): 140- 148.
- Jalaluddin dan Ardeslan. 2017. Identifikasi dan klasifikasi phylum echinodermata di perairan laut Desa Sembilan Kecamatan Simeulue Barat Kabupaten Simeulue. *Jurnal Biology Education* . 6(1): 81-97.
- Kiswara, W and Hutomo, M. 1985. Habitat dan sebaran geografik lamun. *Oseana*. 10(1): 21-30.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan. *Pendataan Ekosistem Lamun*. <https://kkp.go.id/djprl/p4k/page/4333-pendataan-ekosistem-lamun> (diakses 21 Mei 2023, pukul 23.07).
- Krebs, C. J. 1998. *Ecological Methodology (Second Edition)*. New York (US): Addison-Welsey Educational Publishers. 624 hlm.
- Lusianingsih, N. 2011. *Keanekragaman Makrozoobenthos di Sungai Bah Bolon Kabupaten Simamulung Sumatera Utara*. [Skripsi]. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sumatera Utara. 72 hlm.
- Maria, M., Wakano, D., dan Suriani, S. 2021. Struktur komunitas teripang (Holo-thuroidea) di perairan pantai Desa Namtabung, Kecamatan Selaru, Kabupaten Kepulauan Tanimbar. *Jurnal Triton*. 17(1): 10-17.
- Muhaemin, M., Priyambodo, M. F., Susanti, O., dan Efendi, E. 2023. The initial echinoderms community structure in seagrass bed of marine tourism area: Mahitam Island and Ketapang Beach, Lampung. *Jurnal Ilmu Perikanan dan Sumberdaya Perairan*. 12(1): 1423-1434.
- Muhammad, S. H., Alwi, D., dan fang, M. 2021. Komposisi dan keanekaragaman jenis lamun di perairan Desa Mandiri Kabupaten Pulau Morotai. *Aurelia Journal*. 3(1): 73-81.
- Mushthofa, A., Muskananfolo, M. R., dan Rudiyaniti, S. 2014. Analisis struktur komunitas makrozoobenthos sebagai bioindikator kualitas perairan Sungai Wedung Kabupaten Demak. *Diponegoro Journal of Maquares*. 3(1): 81-88.
- Mustaromin, E., Apriadi, T., dan Kurniawan, D. 2019. Transplantasi lamun enhalus acoroides menggunakan metode berbeda di perairan Sebong Perih Kecamatan Teluk Sebong Kabupaten Bintan. *Jurnal Akuatiklestari*. 3(1): 23-30.
- Muzani., Jayanti, A. R., Wardana, M. W., Sari, N. D., dan Ginting, Y. L. Br. 2020. Manfaat padang lamun sebagai penyeimbang ekosistem laut di Pulau Pramuka, Kepulauan Seribu. *Jurnal Geografi*. 18(1): 1-14.
- Metananda, A. A., Zuhud, E. A. M., dan Hikmat, A. 2015. Populasi sebaran dan asosiasi kepuh (*Sterculia foetida* L) di Kabupaten Sumbawa Nusa Tenggara Barat. *Media Konservasi*. 20(3): 277-278.
- Morisita, M. 1962. I σ -Index, a measure of dispersion of individuals. *Population Ecology*. 4(1): 1-7.

- McKenzie, L. J. 2003. *Guidelines for the Rapid Assessment and Mapping of Tropical Seagrass Habitats*. Department of Primary Industries. The State of Queensland. 78 hlm.
- Nugroho, P. E. R., Purnomo, P. W., dan Suryanti. 2017. Biodiversitas echinodermata berdasarkan tipe habitatnya di Pantai Indrayanti, Gunungkidul, Yogyakarta. *Journal of Maquares*. 6(4): 409-414.
- Nuraini, I., dan Wiyanto, D. B. 2021. Karakteristik sebaran sedimen dasar di perairan Kalianget Kabupaten Sumenep. *Juvenil*. 2(3): 243-254.
- Nursanti., Riniatsih, I., dan Satriadi, A. 2012. Studi Hubungan Kerapatan Vegetasi Lamun Dengan Laju Substrattasi Di Perairan Teluk Awur dan Bandengan Jepara Pada Periode Juni-Juli 2012. *Journal of Marine research*. 2(3): 25-34.
- Notoatmodjo, S. 2002. *Metode Penelitian Kesehatan Edisi Revisi*. Rineka Cipta. Jakarta. 208 hlm.
- Novitasari, D. B., Arthana, W. I., dan Suryaningtyas, E. W. 2020. Perbandingan struktur komunitas ophiuroidea pada zona intertidal di perairan Pantai Segara Samuh dan Pantai Melasti, Badung, Bali. *Current Trends in Aquatic Science*. 3(1): 62-68.
- Odum, E. P. 1993. *Fundamentals of ecology - Part 3*. Dalam Srigandono & Samingan T. (Terj), *Dasar Dasar Ekologi- Buku-3*. Gadjah Mada 605 University Press. Yogyakarta. 697 hlm.
- Odum, E.P 1996. *Dasar-dasar Ekologi. Edisi ketiga*. Penerjemah : Tjahjono Samingan. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 697 hlm.
- Oktamalia, Purnama, 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.
- Oktavianti, R., Suryanti., dan Purwanti, F. 2014. Kelimpahan echinodermata pada ekosistem padang lamun di Pulau Panggang, Kepulauan Seribu, Jakarta. *Management of Aquatic Resources*. 3(4): 243-249.
- Philips, C. R., dan Menez, E. G. 1988. *Seagrass*. Smithsonian Institutions. Press. Washington DC. 104 hlm.
- Putra, A. S. (2014). Analisis distribusi kecepatan aliran Sungai Musi (Ruas sungai: Pulau Kemaro sampai dengan muara Sungai Komerling). *Journal of Civil and Environmental Engineering*. 2(3): 603-608.
- Purnomo, I. G. P. A., Dharma, I. G. B. S., dan Putra, I. N. G. 2019. Struktur komunitas dan sebaran bulu babi (echinoidea) di kawasan padang lamun Pantai Serangan, Bali. *Journal of Marine Research and Technology*. 2(2): 29-33.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan Dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Lampiran ke-VIII. <https://peraturan.bpk.go.id/Details/161852/pp-no-22-tahun-2021>

- Pribadi, T. D. K., Humaira, R. W., haryadi, N., Buana, A. S. E., dan Ihsan, Y. N. 2020. Asosiasi lamun dan echinodermata pada ekosistem padang lamun Cagar Alam Leuweung Sancan, Jawa Barat. *Jurnal kelautan*. 13(3): 176-184.
- Radjab, A.W., S.A. Rumahenga, A. Soamole, D. Polnaya, W. Bareds. 2014. Keragaman dan kepadatan Ekinodermata di perairan Teluk Weda, Maluku Utara. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 6(1): 17-30.
- Rahmadina. 2021. *Taksonomi Hewan Invertebrata Berbasis Riset*. Deepublish. Yogyakarta. 214 hlm.
- Rahman, A. A., Nur, A. I., dan Ramli, M. 2016. Studi laju pertumbuhan lamun (*Enhalus acoroides*) di perairan Pantai Desa Tanjung Tiram, Kabupaten Konawe Selatan. *Jurnal Sapa Laut*. 1(1): 10-16.
- Rahman, S., Rahardjanto, A., dan Husamah. 2015. *Mengenal Padang Lamun (seagress beds)*. Dream Litera. Jawa Timur. 94 hlm.
- Rahman, S., Rahardjanto, A., dan Husamah. 2022. *Mengenal padang lamun (Seagreaa beds)*. Dream Litera. Jawa Timur. 90 hlm.
- Rahmawati, S., Irawan, A., Supriyadi, I. H., dan Azkab, M. H. 2014. *Panduan monitoring lamun*. Pusat Penelitian Oseanografi-LIPI. Jakarta. 42 hlm.
- Rahmawati, S., Lisdayanti, E., Kusnandi, A., Rizki, M. P., Manafi, M. R., dan Rahmadi. 2022. *Status Ekosistem Lamun di Indonesia Tahun 2021*. Pusat riset oseanografi, organisasi riset kebumihan dan maritime. Badan riset dan inovasi nasional. 94 hlm.
- Ramili, Y., Bengen, D. G., Madduppa, H. H., dan Kawaroe, M. 2018. Struktur dan asosiasi jenis lamun di perairan Pulau-Pulau Hiri, Ternate, Maitara dan Tidore, Maluku Utara. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 10(3): 651-665.
- Ridwan, M., Fathoni, R., Fatihah, I., dan Pangestu, D. A. 2016. Struktur komunitas makrozoobentos di Empat Muara Sungai Cagar Alam Pulau Dua, Serang, Banten. *Jurnal Biologi*. 9(1): 57-65.
- Ruswahyuni. 2008. Hubungan antara kelimpahan meiofauna dengan tingkatan kerapatan lamun yang berbeda di Pantai Pulau Panjang, Jepara. *Jurnal Saintek Perikanan*. 4(1): 35-41.
- Repolho, T., Duarte, B., Dionísio, G., Paula, J. R., Lopes, A. R., Rosa, I. C., Grilo, T. F., Cacador, I., Calado, R., dan Rosa, R. 2017. Seagrass ecophysiological performance under ocean warming and acidification. *Scientific Reports*. 7:41443.
- Safitri, A., Melani, W.R., dan Muzammil, W. 2021. Komunitas makrozoobentos dan kaitannya dengan kualitas air aliran Sungai Senggarang, Kota Tanjungpinang. *Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal*. 8(2): 103-108.

- Sakaruddin, M. I. 2011. *Komposisi Jenis, Kerapatan, Persen Penutupan dan Luas Tutupan Lamun di Perairan Pulau Panjang Tahun 1990 – 2010*. (Skripsi). Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 71 hlm.
- Salahuddin., Apriadi, T., dan Muzammil, W. 2022. Pertumbuhan lamun enhalus acoroides di perairan Desa Pangkil Kecamatan Teluk Bintang Kabupaten Bintang. *Jurnal Kelautan*. 15(1): 31-38.
- Saraswati, N. L. G. R. A., Yulius., Rustam, A., Salim, H. L., Heriati, A., dan Mustikasari, E. 2017. Kajian kualitas air untuk wisata bahari di pesisir Kecamatan Moyo Hilir dan Kecamatan Lape, Kabupaten Sumbawa. *Jurnal Segara*. 13(1): 37–47.
- Sari, R. M., Kurniawan, D., dan Sabriyati, D. 2021. Kerapatan dan pola sebaran lamun berdasarkan aktivitas masyarakat di perairan Pengujan Kabupaten Bintang. *Journal of Marine Research*. 10(4): 527-534.
- Sirait, M., Rahmatia, F., dan Pattuloh. 2018. Komparasi indeks keanekaragaman dan indeks dominasi fitoplankton di Sungai Ciliwung Jakarta. *Jurnal Kelautan*. 11(1): 75-79.
- Sugianti, Y., dan Astuti, L. P. 2018. Respon oksigen terlarut terhadap pencemaran dan pengaruhnya terhadap keberadaan sumber daya ikan di Sungai Citarum. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. 19(2): 203–211.
- Sulita, W. O., Emiyarti., dan Ira. 2020. Keanekaragaman dan kepadatan teripang berdasarkan karakteristik habitat (lamun dan karang) di perairan Desa Banabungi Kecamatan Kadatua Kabupaten Buton Selatan. *Sapa Laut*. 5(3): 235-244.
- Supono dan Arbi, U. Y. 2010. Struktur komunitas echinodermata di padang lamun perairan Kema, Sulawesi Utara. *Oceanologi dan Limnologi di Indonesia*. 36(3): 329-342.
- Supriadi., Richardus, F., Kaswadji., Bengen, D. G., dan Hutomo, M. 2012. Komunitas lamun di Pulau Barranglompo Makassar: Kondisi dan Karakteristik Habitat. *Maspari Journal*. 4(2): 148-158.
- Suryanti dan Ruswahyuni. 2014. Perbedaan kelimpahan bulu babi (echinoidea) pada ekosistem karang dan lamun di Pancuran Belakang, Karimunjawa Jepara. *Jurnal Saintek Perikanan*. 10(1): 62-67.
- Suryanti, S., Fatimah, P. N. P. N., dan Rudiyananti, S. 2020. Morfologi, anatomi dan indeks ekologi bulu babi di Pantai Sepanjang, Kabupaten Gunungkidul, Yogyakarta. *Buletin Oseanografi Marina*. 9(2): 93-103.
- Setiawati., Alifah, M., Asep Z. M., Mohamad N. B., Irawan, dan Budiono, R. 2018. Studi morfologi beberapa jenis lamun di Pantai Timur dan Pantai Barat, Cagar Alam Pangandaran. *Pro-Life*. 5(1): 487-495.

- Sofiyani, R. G., Muskananfola, M. R., dan Sulardiono, B. 2021. Struktur komunitas makrozoobentos di perairan Pesisir Kelurahan Mangunharjo sebagai bioindikator kualitas perairan. *Life Science*. 10(2): 150-161.
- Sombo, I. T., Wiryanto, dan Sunarto. 2016. Karakteristik dan struktur komunitas lamun di Daerah Intertidal Pantai Litianak dan Pantai Oeseli, Kabupaten Rote Ndao, Nusa Tenggara Timur. *Jurnal Ekosains*. 4(2): 33-44.
- Sholihah, H., Arthana, I. W., dan Ekawaty, R. 2020. Hubungan keanekaragaman makrozoobentos dengan kerapatan lamun di Pantai Semawang Sanur Bali. *Current Trends in Aquatic*. 3(1): 1-7.
- Stöhr, S., T.D. O'Hara, B. Thuy. 2012. Global diversity of brittle stars (Echinodermata: Ophiuroidea). *PloS ONE*. 7(3): e31940.
- Syafira, W., Fazri, R. W., Rahmatillah, A. U., dan Liany, S. A. 2022. Inventarisasi filum echinodermata di perairan Pulau Lima dan Pulau Kambing, Kecamatan Kasemen, Kota Serang, Banten. *Journal of Biological Science*. 2(1): 11-18.
- Takaedengan, K., dan Azkab, M. H. 2010. Struktur komunitas lamun di Pulau Talise, Sulawesi Utara. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*. 36(1): 85-95.
- Tuwo, 2011. *Pengelolaan Ekowisata Pesisir dan Laut*. Brilian Internasional. Surabaya. 634 hlm.
- Tenribali. 2015. *Sebaran dan Keragaman Makrozoobentos serta Keterkaitannya dengan Komunitas Lamun di Calon Kawasan Konservasi Perairan Daerah (KKPD) di Perairan Kabupaten Luwu Utara*. [Skripsi]. Program Studi Ilmu Kelautan. Departemen Ilmu Kelautan. Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan. Universitas Hasanuddin. Makassar. 106 hlm.
- UNEP. 2004. *Seagrass in the South China Sea*. Lampiran III.
- Yusuf, H., dan Kadim, M. K. 2019. Struktur komunitas echinodermata pada ekosistem lamun Desa Taula'a Kecamatan Bilato, Kabupaten Gorontalo. *Depik*. 8(3): 207-216.
- Yusron E., 2009. Keanekaragaman jenis echinodermata di perairan Teluk Kuta, Nusa Tenggara Barat. *Makara Sains*. 13(1): 45-49.
- Zurba, N. 2018. *Pengenalan Padang Lamun, Suatu Ekosistem yang Terlupakan*. Unimal Press. Sulawesi. 124 hlm.