

**TINGKAT PENCEMARAN PERAIRAN PANTAI KELAPA KUNJIR
SUKAJAYA LEMPASING, KECAMATAN PADANG CERMIN,
PESAWARAN BERDASARKAN KOMUNITAS MAKROZOOBENTOS**

Skripsi

Oleh

**SEVI KODDIARA
2014201011**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDARLAMPUNG
2024**

ABSTRAK

TINGKAT PENCEMARAN PERAIRAN PANTAI KELAPA KUNJIR SUKAJAYA LEMPASING, KECAMATAN PADANG CERMIN, PESAWARAN BERDASARKAN KOMUNITAS MAKROZOOBENTOS

Oleh

SEVI KODDIARA

Pantai Kelapa Kunjir merupakan salah satu wisata bahari yang berada di wilayah Kabupaten Pesawaran. Pantai ini merupakan kawasan wisata yang berpasir dan sedikit berbatu, serta perairan pantainya yang memiliki padang lamun (Andian & Aida, 2023). Dampak langsung dari aktivitas wisata bahari dapat menyebabkan terjadinya penurunan kualitas air dan terganggunya fungsi dari ekologis perairan. Penurunan kualitas air dapat diakibatkan oleh kegiatan antropogenik. Untuk mengetahui kondisi perairan digunakan organisme makrozoobentos, makrozoobentos sangat peka terhadap perubahan kualitas perairan tempat hidupnya. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari-Februari 2024 di Pantai Kelapa Kunjir, Sukajaya Lempasing, Kecamatan Padang Cermin, Pesawaran, Lampung. Untuk mengkaji kondisi perairan berdasarkan komunitas makrozoobentos dapat dianalisis menggunakan metode kurva ABC dan untuk mengetahui hubungan parameter kualitas air dan kelimpahan makrozoobentos dapat dianalisis menggunakan metode *principal component analysis* (PCA). Makrozoobentos yang ditemukan pada penelitian sebanyak 28 jenis spesies yang berbeda dengan 4 kelas yaitu, kelas gastropod berjumlah (15 spesies), bivalvia (9 spesies), polychaeta (2 spesies), dan malacostraca (2 spesies) dan 19 famili. Kurva ABC menunjukkan kondisi perairan Pantai Kelapa Kunjir yang berada di tingkat tercemar sedang. Hasil PCA menunjukkan hubungan-hubungan parameter fisika dan kimia kualitas perairan yang memengaruhi kelimpahan makrozoobentos yaitu kecerahan, kedalaman salinitas pH, DO dan BOT sedimen yang berkorelasi positif, sedangkan hubungan parameter fisika dan kimia kualitas perairan yang berkorelasi negatif dengan kelimpahan yaitu suhu dan BOT perairan.

Kata kunci: Makozoobentos, Kelimpahan, ABC, PCA.

ABSTRACT

THE WATER POLLUTION LEVEL OF KELAPA KUNJIR BEACH SUKAJAYA LEMPASING, PADANG CERMIN DISTRICT, PESAWARAN BASED ON MACROZOOBENTOS COMMUNITIES

By

SEVI KODDIARA

Kelapa Kunjir Beach is one of the marine tourism destinations located in the Pesawaran Regency. This beach is characterized by sandy and slightly rocky areas, with seagrass beds in its waters (Andian & Aida, 2023). Direct impacts of marine tourism activities can lead to a decline in water quality and disruption of the ecological functions of the waters. The decline in water quality can be caused by anthropogenic activities. To assess the condition of the waters, macrozoobenthos are used, as they are very sensitive to changes in water quality. This study was conducted from January to February 2024 at Kelapa Kunjir Beach, Sukajaya Lempasing, Padang Cermin District, Pesawaran, Lampung. To evaluate the condition of the waters based on the macrozoobenthos community, the ABC curve method was used, and to understand the relationship between water quality parameters and macrozoobenthos abundance, principal component analysis (PCA) can be applied. The study found 28 different species of macrozoobenthos across 4 classes: gastropods (15 species), bivalves (9 species), polychaetes (2 species), and malacostracans (2 species), with 19 families. The ABC curve indicated that the water condition at Kelapa Kunjir Beach was at a moderately disturbed level. PCA showed that the physical and chemical water quality parameters affecting abundance were clarity, depth, salinity, pH, DO, and sediment BOT, which were positively correlated. Conversely, temperature and water BOT, which were negatively correlated with macrozoobenthos abundance.

Keywords: *Macrozoobenthos, Abundance, ABC, PCA.*

**TINGKAT PENCEMARAN PERAIRAN PANTAI KELAPA KUNJIR
SUKAJAYA LEMPASING, KECAMATAN PADANG CERMIN,
PESAWARAN BERDASARKAN KOMUNITAS MAKROZOOBENTOS**

Oleh

Sevi Koddiara

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA PERIKANAN

Pada

Jurusan Perikanan dan Kelautan
Fakultas Pertanian Universitas Lampung



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDARLAMPUNG
2024**

Judul Skripsi : **TINGKAT PENCEMARAN PERAIRAN PANTAI
KELAPA KUNJIR SUKAJAYA LEMPASING,
KECAMATAN PADANG CERMIN, PESAWARAN
BERDASARKAN KOMUNITAS
MAKROZOOBENTOS**

Nama Mahasiswa : **Sevi Koddiara**

NPM : **2014201011**

Jurusan/Program Studi : **Perikanan dan Kelautan/Sumberdaya Akuatik**

Fakultas : **Pertanian**

MENYETUJUI,

1. Komisi Pembimbing

Pembimbing I

Pembimbing II

Rara Diantari, S.Pi., M.Sc.
NIP. 197908212003122001

Nidya Kartini, S.Pi., M.Si.
NIP. 199004212019032021

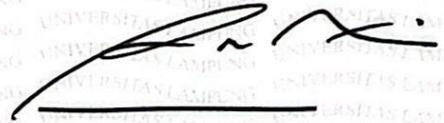
2. Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan

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

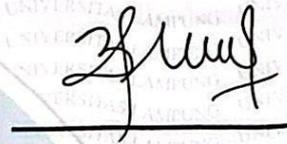
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : Rara Diantari, S.Pi., M.Sc.



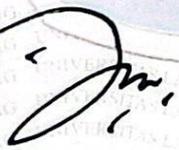
Sekretaris : Nidya Kartini, S.Pi., M.Si.



Anggota : Dr. Indra Gumay Yudha, S.Pi., M.Si.



2. Dekan Fakultas Pertanian



Tanggal lulus ujian skripsi : 09 Agustus 2024

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sevi Koddiaara

NPM : 2014201011

Judul Skripsi : Tingkat Pencemaran Perairan Pantai Kelapa Kunjir Sukajaya Lempasing, Kecamatan Padang Cermin, Pesawaran Berdasarkan Komunitas Makrozoobentos

Menyatakan bahwa skripsi yang saya tulis ini adalah murni hasil karya saya sendiri berdasarkan pengetahuan dan data yang saya dapatkan. Karya ini belum pernah dipublikasikan sebelumnya dan bukan plagiat dari karya orang lain.

Demikian pernyataan ini saya buat, apabila di kemudian hari terbukti terdapat kecurangan dalam karya ini, maka saya siap mempertanggung jawabkannya.

Bandar Lampung, 17 September 2024



METERAL TEMPEL
10000
32ALX348073088

Sevi Koddiaara

RIWAYAT HIDUP



Penulis merupakan anak pertama dari empat bersaudara yang dilahirkan di Kecamatan Pesisir Selatan, Kabupaten Pesisir Barat, Provinsi Lampung pada tanggal 12 Januari 2002, dari pasangan Bapak Juanda Irawan dan Ibu Minarni. Penulis memulai pendidikan dasar di SD Negeri 49 Krui yang diselesaikan pada tahun 2014, pendidikan menengah pertama di SMPN 14 Krui yang diselesaikan pada tahun 2017, dan pendidikan menengah atas di SMAN 1 Pesisir Tengah yang diselesaikan pada tahun 2020. Penulis kemudian melanjutkan pendidikan strata 1 (S1) di Program Studi Sumberdaya Akuatik, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada tahun 2020 melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN). Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah menjadi asisten praktikum mata kuliah Manajemen Kualitas Perairan, Fisiologi Hewan Air, dan Ikhtiologi. Penulis telah mengikuti kegiatan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Lebak Peniangan, Kecamatan Rebang Tangkas, Kabupaten Way Kanan selama 40 hari dari bulan Januari hingga Februari 2023, dan pada bulan Juni 2023 penulis melakukan kegiatan Praktik Umum (PU) di Laboratorium Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Provinsi Lampung.

PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmanirrahim

Alhamdulillah sujud serta syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan cinta dan kasih sayangnya, serta kemudahan dalam kehidupan melalui ilmu yang diberikan. Atas karunia dan kemudahan yang Engkau berikan akhirnya skripsi yang sederhana ini dapat terselesaikan. Shalawat serta salam selalu terlimpah kepada Nabi Muhammad SAW.

Kupersembahkan skripsi sederhana ini kepada:

Ayah dan Ibu tercinta

Karya sederhana ini sebagai bukti, hormat dan rasa terima kasih sepenuhnya kepada ayah (Juanda Irawan) dan Ibu (Minarni). Atas segala motivasi, perhatian, kasih sayang, ridho dan doa yang tak pernah henti kalian berikan yang membuat semuanya menjadi mungkin hingga saya bisa berada pada tahap ini. Semoga ini merupakan langkah awal untuk membuat Ayah dan Ibu bahagia.

Adik-adikku dan orang terdekat

Saya persembahkan karya sederhana ini untuk adik-adiku (Veni Isva Wanda, Muhammad Iqsan Vadilla, dan Muhammad Abidzar Nawanda), terima kasih telah memberikan pengertian dan dukungan selama penyelesaian skripsi ini, serta terima kasih banyak untuk sahabat, saudara, dan teman-teman yang telah memberikan banyak pengalaman berharga.

Serta

Almamater kebanggaan, Universitas Lampung.

MOTO

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

“Karena setiap kesulitan itu ada kemudahan. Sesungguhnya dalam setiap kesulitan itu ada kemudahan”
(QS. Al-Insyirah: 5-6)

“Hatiku tenang karena mengetahui bahwa apa yang melewatkanmu tidak akan pernah menjadi takdirku, dan apa yang ditakdirkan untukku tidak akan pernah melewatkanmu”
(Umar bin Khattab)

“Perbanyak bersyukur, kurangi mengeluh. Buka mata, jembarkan telinga, perluas hati. Sadari kamu ada pada sekarang, bukan kemarin atau besok, nikmati setiap momen dalam kehidupan, berpetualanglah”
(Ayu Estiningtyas)

SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Tingkat Pencemaran Perairan Pantai Kelapa Kunjir, Sukajaya Lem-pasing, Kecamatan Padang Cermin, Pesawaran, Berdasarkan Komunitas Makrozoobentos”

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Penulisan laporan ini masih jauh dari kata kesempurnaan yang disebabkan oleh keterbatasan pengetahuan penulis, maka penulis mengucapkan terima kasih yang setulusnya kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
2. Dr. Indra Gumay Yudha, S.Pi., M.Si., selaku Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
3. Henni Wijayanti Maharani, S.Pi., M.Si., selaku Ketua Program Studi Sum-berdaya Akuatik, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
4. Darma Yuliana, S. Kel., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan arahan serta motivasi selama berkuliah dan menyelesaikan skripsi.
5. Rara Diantari, S.Pi., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Utama atas kesabar-annya memberikan bimbingan, ilmu, arahan, serta motivasi selama penyusunan skripsi.

6. Nidya Kartini, S.Pi., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Kedua yang telah memberikan bimbingan, ilmu, arahan serta motivasi selama proses penyusunan skripsi.
7. Dr. Indra Gumay Yudha, S.Pi., M.Si., selaku Dosen Penguji yang telah memberikan bimbingan, ilmu, arahan serta motivasi selama proses penyusunan skripsi.
8. Seluruh Dosen dan Staf Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung atas segala ilmu dan arahan yang telah diberikan selama ini.
9. Ayah Juanda Irwan dan Ibu Minarni selaku kedua orang tuaku serta ketiga adik-adikku, Veni Isva Wanda, Muhammad Iqsan Vadilla, dan Muhammad Abidzar Nawanda, yang tak pernah berhenti memberikan semangat, dukungan, kasih sayang, arahan, materi serta doa demi kelancaran dan keberhasilan diriku.
10. Nisa Gustiara, Nelfia Dwi Rama Putri, Erika Mulia Panca Putri, Putri Regina Prayoga, dan Taufik Irwansyah selaku sahabat-sahabatku yang selalu menyemangati dan memberi dukungan.
11. Sahabat seperjuangan Rela Amandita, Silke Trias, Nanda Mutiara Zahra dan Rahayu Handayani yang selalu saling menyemangati dan berjuang bersama selama masa perkuliahan.
12. Tim penelitian Aqil Akmal, Maruf rizal, Michael Limanto dan Wahyu Nurul Akbar, yang telah memberikan bantuan selama proses penelitian.
13. Keluarga Sumberdaya Akuatik 2020 yang tidak dapat disebutkan satu per satu atas kebersamaan, keceriaan, kesedihan, bantuan, dan dukungan selama menuntut ilmu bersama.

Bandar Lampung, 17 September 2024

Penulis

Sevi Koddiaara

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xviii
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xx
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	2
1.3 Manfaat Penelitian.....	2
1.4 Kerangka Pemikiran	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Ekosistem Pantai	5
2.2 Kualitas Perairan	7
2.2.1 Parameter fisika	7
2.2.2 Parameter Kimia	9
2.3 Klasifikasi Makrozoobentos	11
2.3.1 Polychaeta.....	11
2.3.2 Crustasea.....	12
2.3.3 Echinodermata	12
2.3.4 Moluska	13
2.4 Makrozoobentos Sebagai Bioindikator	13
III. METODE PENELITIAN	15
3.1 Waktu dan Tempat	15
3.2 Alat dan Bahan.....	16
3.3 Prosedur Penelitian	17
3.3.1 Pengambilan Sampel Makrozoobentos	18
3.3.2 Identifikasi Makrozoobentos	18
3.3.3 Pengambilan Sampel Fisika	18
3.3.4 Pengambilan Sampel Kimia	19
3.4 Analisis Data	21
3.4.1 Kelimpahan Individu.....	21
3.4.2 Indeks Keanekaragaman.....	22

3.4.3 Indeks Keseragaman (E)	22
3.4.4 Indeks Dominansi (C)	23
3.4.5 Analisis Kurva Abundance and Biomassa Comparison (ABC).....	23
3.4.6 Pengolahan Data.....	25
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	26
4.1 Gambaran Lokasi Penelitian	26
4.2 Hasil Parameter Fisika – Kimia Perairan	28
4.3 Komposisi Makrozoobentos	32
4.4 Kelimpahan Makrozoobentos	37
4.5 Indeks Keanekaragaman (H')	45
4.6 Indeks Keseragaman (E)	46
4.7 Indeks Dominansi (C)	47
4.8 Kurva ABC	47
4.9 Analisis Komponen Utama (PCA).....	49
V. SIMPULAN DAN SARAN	52
5.1 Simpulan.....	52
5.2 Saran	52
DAFTAR PUSTAKA	54
LAMPIRAN.....	62

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Stasiun pengambilan sampel.....	16
2. Alat yang digunakan dalam penelitian.....	16
3. Bahan yang digunakan dalam penelitian.....	17
4. Hasil pengukuran kualitas perairan Pantai Kunjir	28
5. Kelimpahan makrozoobentos pada masing-masing stasiun pengamatan ...	38

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka pemikiran.....	4
2. Peta lokasi penelitian	15
3. Ilustrasi lokasi pengambilan sampel	17
4. Kurva ABC	24
5. Stasiun 1.....	26
6. Stasiun 2.....	27
7. Stasiun 2.....	27
15. Diagram komposisi kelas makrozoobentos setiap stasiun	32
16. Diagram kelimpahan makrozoobentos stasiun 1.	40
17. Spesies dengan kelimpahan tertinggi di stasiun 1	41
18. Diagram kelimpahan makrozoobentos stasiun 2	43
19. Spesies dengan kelimpahan tertinggi di stasiun 2.....	44
20. Diagram kelimpahan makrozoobentos stasiun 3.....	45
21. Kurva ABC makrozoobentos setiap stasiun.....	49
22. Hubungan parameter kualitas air dengan kelimpahan makrozoobentos.....	50

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Komposisi makrozoobentos di perairan Pantai Kelapa Kunjir	65
2. Dokumentasi makrozoobentos di perairan Pantai Kelapa Kunjir	67
3. Dokumentasi kegiatan di Pantai Kelapa Kunjir	71
4. Data output analisis PCA	73
5. Hasil uji BOT air dan BOT sedimen.....	74

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kabupaten Pesawaran memiliki luas 1.173,77 km² dan merupakan salah satu daerah yang memiliki potensi pariwisata yang tinggi khususnya di daerah Pantai (Ayu, 2023). Pantai Kelapa Kunjir merupakan salah satu wisata bahari yang berada di wilayah Kabupaten Pesawaran. Lokasi Pantai Kelapa Kunjir relatif mudah dijangkau dari Kota Bandar Lampung sekitar 10,8 km dengan waktu tempuh kurang lebih 27 menit. Pantai ini merupakan kawasan wisata yang berpasir dan sedikit berbatu, serta perairan pantainya yang memiliki padang lamun (Andian & Aida, 2023).

Dampak langsung dari aktivitas wisata bahari dapat menyebabkan terjadinya penurunan kualitas air dan terganggunya fungsi dari ekologis perairan. Penurunan kualitas air dapat diakibatkan oleh kegiatan antropogenik. Kegiatan antropogenik merupakan aktivitas manusia baik disengaja maupun tidak disengaja di sekitar wilayah tersebut, kegiatan antropogenik yang terdapat di Pantai Kelapa Kunjir di antaranya kegiatan wisatawan, alur kapal, dan permukiman yang dapat memengaruhi penurunan kualitas perairan yang akan berdampak pada organisme atau biota yang tinggal di perairan tersebut. Organisme yang tinggal pada lingkungan yang mengalami penurunan kualitas perairan akan mengalami gangguan fungsi fisiologis, bahkan kematian apabila tidak memiliki toleransi tinggi terhadap perubahan kualitas perairan. Perubahan tersebut bisa terjadi karena suhu, salinitas, kecerahan/kekeruhan, oksigen, atau kandungan bahan organik yang terdapat di lingkungan perairan tersebut (Simbolon, 2016).

Berdasarkan kondisi tersebut, lingkungan perairan Pantai Kelapa Kunjir Sukajaya Lempasing, Kecamatan Padang Cermin, Pesawaran perlu dilakukan pengelolaan. Dalam upaya mengelola ekosistem tersebut perlu diketahui tentang kondisi kualitas perairannya. Untuk mengetahui kondisi kualitas perairan salah satunya dapat menggunakan makrozoobentos. Makrozoobentos sering digunakan sebagai bio-indikator dalam pengujian kualitas air di suatu perairan karena sangat peka terhadap perubahan kualitas perairan tempat hidupnya sehingga sangat berpengaruh terhadap komposisi dan kelimpahan jenisnya. Makrozoobentos juga memiliki pergerakan yang relatif diam dan hidup menempati substrat sehingga mampu menentukan baik atau tidaknya kualitas lingkungan suatu perairan (Ayu *et al.*, 2015). Maka penelitian kualitas perairan berdasarkan makrozoobentos ini dilakukan untuk pertama kalinya di Pantai Kelapa Kunjir Sukajaya Lempasing, Kecamatan Padang Cermin, Pesawaran, Lampung untuk mengetahui kualitas perairan Pantai Kelapa Kunjir.

1.2 Tujuan Penelitian

1. Mengidentifikasi jenis makrozoobentos di Pantai Kelapa Kunjir.
2. Mengkaji kondisi perairan berdasarkan komunitas makrozoobentos Pantai Kelapa Kunjir.
3. Menganalisis hubungan parameter kualitas air dan kelimpahan makrozoobentos di Pantai Kelapa Kunjir.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini memberikan informasi tentang kondisi perairan di Pantai Kelapa Kunjir, Kecamatan Padang Cermin Pesawaran. Hasil penelitian ini juga bisa digunakan sebagai sumber rujukan pengelolaan Pantai Kelapa Kunjir.

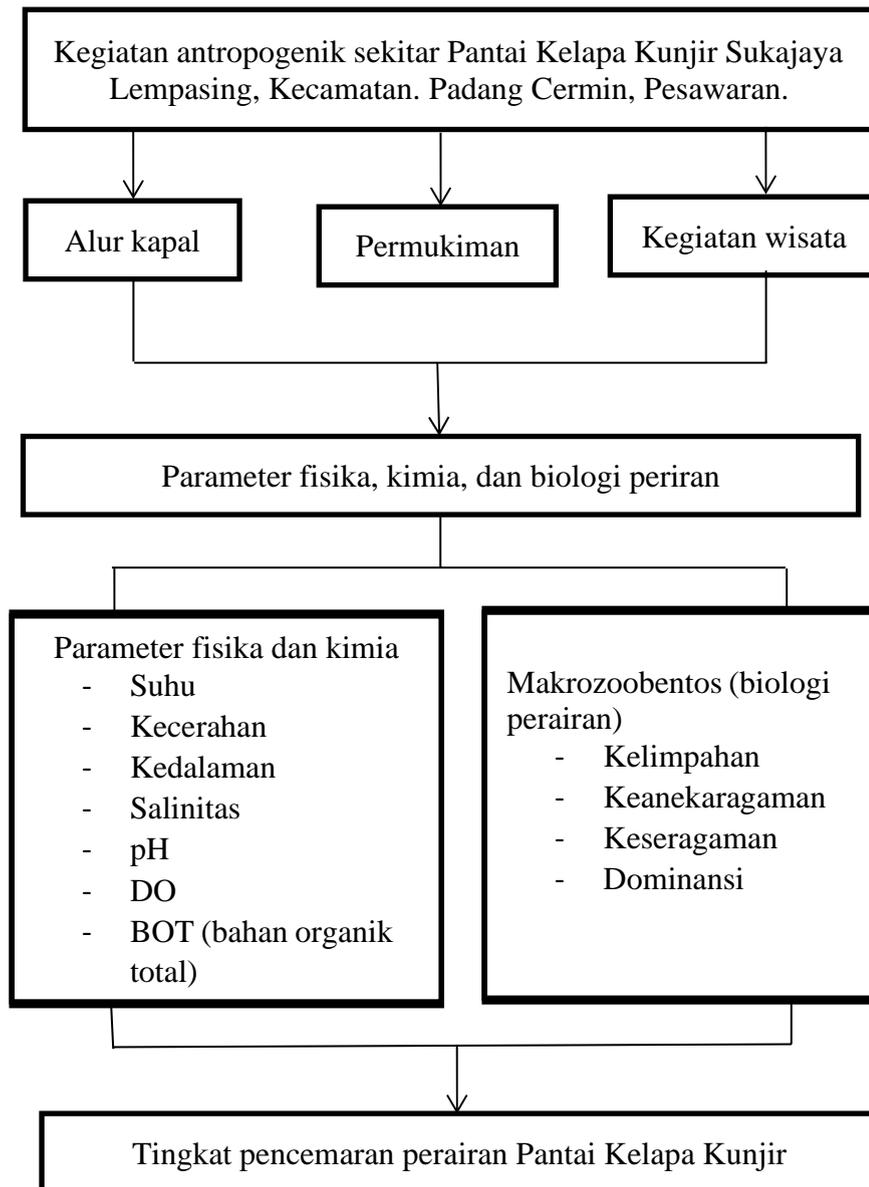
1.4 Kerangka Pemikiran

Pantai Kelapa Kunjir Sukajaya Lempasing, Kecamatan Padang Cermin, Pesawaran merupakan salah satu tempat yang dijadikan sebagai obyek wisata bahari.

Dampak adanya kegiatan antropogenik, seperti kegiatan wisata dan alur kapal, serta permukiman di wilayah perairan pantai. Kelapa Kunjir dapat memengaruhi penurunan kualitas perairan di Pantai Kelapa Kunjir. Penurunan kualitas perairan sangat memengaruhi ekosistem-ekosistem serta organisme di dalamnya, sehingga perlu diketahuinya kondisi suatu kualitas perairan.

Penelitian ini menjelaskan dan menganalisis terkait hubungan kualitas perairan berdasarkan komunitas makrozoobentos. Struktur komunitas merupakan ilmu yang mempelajari tentang susunan atau komposisi spesies atau kelimpahan dalam suatu ekosistem (Rahim, 2021). Struktur komunitas memiliki beberapa indeks ekologi yang meliputi kelimpahan, keanekaragaman, keseragaman dan dominansi.

Mengetahui kualitas perairan Pantai Kelapa Kunjir dapat dianalisis berdasarkan parameter fisika, kimia dan biologi. Penelitian kualitas perairan berdasarkan komunitas makrozoobentos belum pernah dilakukan di Pantai Kelapa Kunjir. Namun penelitian yang serupa dengan metode yang sama sudah dilakukan di pantai terdekatnya yaitu Pantai Mutun. Pantai tersebut memiliki tipe substrat yang sama dengan Pantai Kelapa Kunjir (Reny, 2021). Berdasarkan hal tersebut maka perlu dilakukan analisis struktur komunitas makrozoobentos yang kemudian dihubungkan dengan keanekaragaman, dominansi dan keseragaman serta pengukuran parameter fisika dan kimia berupa suhu, kecerahan, salinitas, pH, DO, BOT, serta substrat. Untuk lebih jelasnya kerangka pikir penelitian dapat dilihat pada Gambar



Gambar 1. Kerangka pemikiran

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ekosistem Pantai

Ekosistem pantai merupakan ekosistem yang unik karena merupakan wilayah peralihan antara ekosistem darat (*terrestrial*) dan ekosistem laut (*oseanik*), pengaruh kedua ekosistem tersebut membentuk karakteristik baru dan berbeda dari kedua ekosistem yang saling mempengaruhinya (Alwi *et al.*, 2019). Ekosistem pantai sering digunakan untuk beraktivitas oleh masyarakat dalam kehidupan sehari-hari, hal ini terkadang memberi efek berbahaya bagi biota yang ada di pantai. Dinamika ekosistem perairan, struktur komunitas, dan daya dukung lingkungan dapat memberikan pengaruh yang sangat besar untuk ekosistem. Semakin stabil lingkungan, maka semakin stabil ekosistem perairan (Tamama & As'adi 20204).

Ekosistem pantai memiliki karakteristik antara lain ditumbuhi tumbuhan pionir. Tumbuhan tersebut memiliki sistem perakaran yang menancap ke dalam dan tumbuhan ini biasanya memiliki toleransi tinggi terhadap kadar garam di laut (Epilia & Sukada 2021). Struktur komunitas yang ada di perairan pantai yaitu:

1) Struktur komunitas ekosistem mangrove

Ekosistem mangrove merupakan tipe vegetasi khas yang terdapat di daerah Pantai tropis. Ekosistem hutan mangrove bersifat kompleks dan dinamis, namun labil, ekosistem hutan mangrove merupakan daerah asuhan (*nursery ground*) hewan-hewan muda (*juvenile stage*) yang akan bertumbuh kembang menjadi hewan-hewan dewasa perairan seperti burung, serangga, ular, udang, ikan dan kerang-kerangan (Renta *et al.*, 2016)

Mangrove memegang peranan yang penting dalam melindungi daratan dari abrasi oleh gelombang laut, juga berfungsi sebagai peredam alami dari terjangan tsunami. Ekosistem mangrove memiliki fungsi dan manfaat yang sangat besar, baik ditinjau secara fisik, kimia, ekologi, dan ekonomi. Secara fisik ekosistem mangrove dapat menjaga garis pantai agar tidak terjadi abrasi dan menahan sedimen. Secara ekologi ekosistem mangrove merupakan habitat biota darat dan laut, sebagai daerah asuhan, mencari makan, dan tempat pemijahan bagi biota perairan (Alwi *et al.*, 2019). Ekosistem mangrove juga memiliki nilai ekonomi sebagai wahana wisata, penghasil keperluan rumah tangga (kayunya sebagai bahan bangunan, hiasan, dan meubel) dan penghasil keperluan industri seperti bahan tekstil, bahan pembuatan kertas (Supriadi *et al.*, 2015).

2) Struktur komunitas ekosistem lamun

Lamun merupakan salah satu ekosistem perairan pantai yang sangat penting, baik secara fisik maupun biologis, karena selain memiliki produktivitas primer tinggi, pendaur zat hara, tempat untuk mencari makan (*feeding ground*), berpijah (*spawning ground*), pembesaran (*nursery ground*) dan berlindung (*shelter*) berbagai biota laut. Hampir semua tipe substrat dapat ditumbuhi oleh lamun seperti pasir, lumpur dan batuan. Namun padang lamun lebih sering ditemukan di perairan dengan substrat lumpur berpasir tebal di antara ekosistem mangrove dan ekosistem terumbu karang (Hitalessy *et al.*, 2015). Lamun memainkan peranan penting di perairan laut dangkal, sebagai pelindung dasar perairan dari erosi (Takaendengan *et al.*, 2010). Selain itu, ekosistem lamun juga berhubungan erat dengan terumbu karang dan mangrove.

3) Struktur komunitas terumbu karang

Terumbu karang adalah struktur bawah air yang tersusun dari endapan kalsium karbonat (CaCO_3), yang dihasilkan oleh fauna karang yang pada umumnya dijumpai di perairan tropis terumbu karang masuk dalam filum Cnidaria, kelas Anthozoa, ordo Scleractinia dan memiliki 15 famili. Adapula faktor-faktor fisika dan ekologi yang menjadi pembatas kehidupan terumbu karang yaitu suhu, Salinitas, cahaya, sedimentasi, gelombang dan kedalaman. Faktor ekologi yaitu persaingan, pemangsaan dan *grazing*. Di daerah terumbu karang hidup organisme

yang berasosiasi yaitu alga, krustasea, moluska, ekinodermata dan ikan. Terumbu karang merupakan ekosistem yang subur dan kaya akan makanan. Struktur fisiknya yang rumit, bercabang-cabang, bergua dan berlorong-lorong membuat ekosistem ini habitatnya sangat menarik bagi banyak jenis biota laut baik flora maupun fauna. Struktur komunitas karang dan biota asosiasi pada kawasan terumbu karang (Tuhumena *et al.*, 2013).

2.2 Kualitas Perairan

Kualitas perairan adalah suatu kelayakan lingkungan perairan untuk menunjang kehidupan dan pertumbuhan organisme air yang nilainya dinyatakan dalam suatu kisaran tertentu. Kualitas perairan secara luas dapat diartikan sebagai faktor fisika dan kimia yang memengaruhi kehidupan ikan dan organisme perairan lainnya, baik secara langsung maupun tidak langsung. Kualitas perairan juga dapat ditinjau dari kandungan zat hara yang merupakan indikator dari kesuburan perairan. Kualitas perairan banyak dipengaruhi oleh parameter fisika dan kimia. Tingkat perubahan kondisi perairan dapat diketahui dengan cara melakukan pengukuran parameter fisika dan kimia perairan tersebut.

2.2.1 Parameter fisika

1) Suhu

Suhu air adalah faktor pengendali untuk kehidupan akuatik, suhu mengendalikan laju aktivitas metabolik, aktivitas reproduksi dan siklus hidup. Jika suhu aliran meningkat, menurun atau berfluktuasi terlalu luas, aktivitas metabolik dapat meningkat, melambat, bahkan tidak berfungsi. Menurut Effendi (2003) aktivitas makrozoobentos membutuhkan suhu optimum yang berbeda-beda. Setiap peningkatan suhu sebesar 10°C, akan meningkatkan proses dekomposisi dan konsumsi oksigen menjadi 2-3 kali lipat.

Peningkatan suhu dapat disebabkan oleh perbedaan waktu, lintang, ketinggian dari permukaan laut, sirkulasi udara, dan kedalaman air. Suhu air dapat memengaruhi kehidupan biota air secara tidak langsung, yaitu melalui pengaruhnya terhadap kelarutan oksigen dalam air. Suhu 25-30°C merupakan suhu yang baik untuk

makrozoobentos. kisaran suhu yang mampu mendukung kehidupan makrozoobentos adalah 27-32°C. Apabila semakin tinggi suhu maka semakin berkurang konsentrasi oksigen di dalam air (Ghufran *et al.*, 2007).

2) Kecerahan

Kecerahan sebagai salah satu faktor yang memengaruhi adanya makrozoobentos di suatu wilayah perairan. Masuknya cahaya matahari ke dalalam perairan mampu memengaruhi produktivitas primer dan kedalaman suatu perairan, karena cahaya tidak mampu masuk ke perairan dalam. Beberapa faktor lain yaitu tingkat kekeruhan suatu perairan, sudut datangnya cahaya matahari dan intensitas dari cahaya matahari (Hadiputra dan Damayanti, 2013).

Kecerahan juga mampu menentukan tingkat kekeruhan dari suatu perairan khususnya di pantai yang memiliki kondisi terkena pasang surut dan substrat pasir yang memiliki partikel cukup kecil. Beberapa faktor lain yang menghambat kecerahan selain pasang surut, yaitu aktivitas organisme, aktivitas manusia, dan cuaca. Jika kecerahan pada suatu daerah tergolong rendah maka dapat mengakibatkan terganggunya sistem osmoregulasi bagi organisme seperti sulitnya bernafas, penglihatan yang kurang jelas, serta kemampuan cahaya matahari masuk ke perairan (Latuconsina, 2019).

3) Salinitas

Salinitas merupakan suatu faktor lingkungan yang keberadaannya dapat memengaruhi proses biologi suatu organisme. Salinitas dapat memengaruhi laju pertumbuhan, jumlah makanan yang dikonsumsi, dan kelangsungan hidup organisme. Salinitas adalah faktor abiotik yang sangat menentukan penyebaran biota laut, termasuk makrozoobentos. Salinitas juga berperan dalam memengaruhi proses osmoregulasi biota perairan termasuk makrozoobentos (Nybakken, 1992).

Kisaran salinitas yang ideal bagi kehidupan makrozoobentos berkisar antara 15-45 ppt (Angelia *et al.*, 2019). Salinitas yang optimal bagi makrozoobentos jenis gastropoda berada pada kisaran 28-34 ‰ Pada salinitas rendah, laju respirasi bentos biasanya menurun. Beberapa bentos pada salinitas rendah kebanyakan akan me-

narik diri dan bersembunyi dalam cangkangnya menutup rapat operkulum. Sebaliknya, jika salinitas berada pada salinitas yang mampu ditoleransi oleh makrozoobentos, maka bentos akan bergerak aktif untuk mencari makanan. Nilai salinitas pada umumnya bersifat alami dimana tinggi rendahnya hanya dipengaruhi oleh faktor cuaca dan alam.

2.2.2 Parameter Kimia

1) Derajat Keasaman (pH)

pH (*power of hydrogen*) digunakan untuk mengetahui kondisi asam atau basa pada kondisi perairan lingkungan. Organisme perairan memiliki kemampuan yang berbeda dalam menoleransi pH perairan. Pratiwi (2010) mengatakan bahwa pH antara 5-9 merupakan pH optimum untuk organisme akuatik dapat hidup. Sementara itu menurut Gundo (2010), ukuran pH yang bertoleransi dengan makrozoobentos berkisar 6,8-8,5. Kondisi perairan dengan pH atau derajat keasaman yang berada hingga di titik asam kuat atau basa kuat mampu menyebabkan kerusakan kelangsungan hidup organisme, salah satunya gangguan metabolisme dan respirasi. Faktor lain terhadap tingkat derajat keasaman dipengaruhi oleh sedimen, semakin kecil ukuran butir suatu sedimen maka pH yang dimiliki perairan tersebut akan semakin rendah dan sebaliknya. Perairan akan diindikasikan tercemar dan tidak layak digunakan dalam kehidupan sehari-hari apabila berada pada $\text{pH} < 5$ atau $\text{pH} > 9$ karena akan mengancam kehidupan makhluk hidup.

2) Dissolved Oxygen (DO)

Oksigen terlarut merupakan variabel kimia yang mempunyai peran penting sekaligus menjadi faktor pembatas bagi kehidupan biota air. Menurut Muslim *et al.* (2020) pada umumnya kehidupan organisme perairan dapat bertahan jika oksigen terlarut (DO) minimum sebanyak 5 mg/L, selebihnya bergantung pada ketahanan organisme perairan, suhu, serta kehadiran pencemaran. Nilai kadar DO yang mampu mendukung kehidupan makrozoobentos adalah berkisar 4- 6 mg/L. Jenis masing-masing biota mempunyai respon yang berbeda terhadap penurunan oksigen terlarut. Semakin tinggi kadar DO di suatu lingkungan, makin baik juga kehidupan makrozoobentos yang menempatnya (Taqwa, 2010).

3) Bahan Organik Total (BOT)

Kandungan organik yang terdapat di sedimen laut terdiri dari partikel-partikel yang berasal dari hasil pecahan batuan dan potongan-potongan kulit (*shell*) serta sisa rangka dari organisme maupun dari detritus organik daratan yang telah tertransportasi oleh berbagai media alam dan terendapkan di dasar perairan dalam kurun waktu yang cukup lama (Sari, 2014). Menurut Ridwan *et al.* (2016) makrozoobentos erat kaitannya dengan tersedianya bahan organik yang terkandung dalam sedimen, karena bahan organik merupakan sumber nutrisi bagi biota yang pada umumnya terdapat pada sedimen dasar. Namun jika bahan organik melebihi ambang batas sewajarnya maka kedudukan bahan organik tersebut dianggap sebagai bahan pencemar.

Bahan organik terlarut dalam air laut berasal dari 4 sumber utama, yaitu daratan, penguraian organisme yang telah mati oleh bakteri, hasil metabolisme alga, salah satunya fitoplankton dan ekskresi zooplankton atau organisme laut lainnya. Pada daratan, bahan organik biasanya didapatkan dari hasil sampah-sampah yang terbuang ke saluran air yang mengalir ke laut dalam keadaan sudah siap dioksidasi dan membusuk di laut. Proses kecepatan dalam penguraian organisme mati oleh bakteri menentukan banyak tidaknya organisme dekomposer yang berada pada suatu daerah karena di laut sebagian besar bahan organik terdiri atas material yang kompleks dan tahan terhadap penguraian bakteri (Santoso, 2010).

4) Substrat

Menurut Suparkan (2017), kebanyakan makrozoobentos suka mendiami substrat yang memiliki tekstur berpasir atau berlumpur daripada batuan. Hal ini karena substrat lumpur dan pasir memiliki nutrisi yang berlimpah, namun jika pada bebatuan terdapat nutrisi berlimpah maka memungkinkan adanya makrozoobentos di sekitar bebatuan. Makrozoobentos sangat jarang ditemukan pada substrat tanah liat disebabkan tanah liat memiliki kandungan nutrisi yang sedikit dan permukaan tanah liat cukup menyulitkan makrozoobentos dalam beraktivitas dan bergerak. Selain itu, partikel tanah liat juga sulit ditembus oleh makrozoobentos.

2.3 Klasifikasi Makrozoobentos

Makrozoobentos adalah organisme akuatik yang hidup di dasar perairan dengan pergerakan relatif lambat yang sangat dipengaruhi oleh sedimen dasar serta kualitas perairan dan memiliki peranan dalam ekosistem perairan yaitu sebagai pengurai materi organik yang jatuh ke dasar perairan dan mentransfer energi dari produsen primer ke tingkatan trofik berikutnya. Organisme ini hidup menetap (*sessile*) di dasar perairan dengan pergerakan yang terbatas sehingga memiliki kemampuan untuk merespon dengan cepat terhadap perubahan kondisi lingkungan secara terus-menerus. Selain itu, makrozoobentos memiliki siklus hidup yang lama.

Makrozoobentos merupakan kelompok bentos yang memiliki ukuran lebih besar dari 1,0 mm. Organisme ini memiliki ukuran 3-5 mm pada usia dewasa dan dapat tersaring dengan menggunakan mata saring 1,0 x 1,0 mm² atau 2,0 x 2,0 mm². Kelompok ini merupakan hewan bentos yang terbesar, jenis hewan yang termasuk kelompok ini adalah moluska, anelida, crustacea, dan beberapa insekta air dan larva dari diptera. (Yunitawati *et al.*, 2012). Di antara kelompok tersebut, kelompok polychaeta, crustacea, echinodermata dan moluska merupakan kelompok organisme dominan yang menyusun makrozoobentos di perairan lotik pada wilayah pantai. Polychaeta banyak ditemukan sebagai organisme pembentuk tabung dan penggali, crustacea terutama dari golongan ostracoda yang umumnya mendiami daerah permukaan. Moluska biasanya terdiri oleh spesies-spesies bivalvia dan beberapa gastropoda yang hidup di permukaan, serta echinodermata terutama dari jenis bintang laut atau bintang ular (Kurniawan & Yoswanti, 2017). Beberapa kelompok makrozoobentos tersebut dijabarkan sebagai berikut:

2.3.1 Polychaeta

Polychaeta (cacing laut) adalah salah satu sumberdaya pesisir yang banyak melimpah di perairan Indonesia. "Polychaeta" berasal dari bahasa Yunani, yaitu *poly* yang berarti banyak dan *chaeta* yang berarti setae atau sikat (Campbell dan Reece, 2012). Polychaeta termasuk dalam biota bentos yang dapat hidup di berbagai jenis habitat di dasar laut. Polychaeta dapat ditemukan di bawah bebatuan, dalam lubang dan liang dalam batu karang serta umumnya polychaeta hidup terbenam dalam lumpur dan hidup pada tabung. polychaeta memiliki peranan yang penting

baik itu sebagai sumber makanan bagi organisme yang lebih besar juga berperan sebagai penstabil sedimen (Putri *et al.*, 2023).

Berdasarkan cara hidupnya klasifikasi polychaeta terbagi menjadi dua subkelas, subkelas errantia dan subkelas sedentaria. Polychaeta terdiri dari dua subkelas errantia dan subkelas sedentaria. Subkelas errantia termasuk polychaeta yang hidup dengan cara bergerak bebas (berenang), sedangkan sedentaria termasuk polychaeta yang hidup dengan cara meliang (Jauhara, 2012).

2.3.2 Crustasea

Crustacea merupakan arthropoda yang sebagian besar hidup di laut dan bernapas dengan insang. Hewan ini merupakan organisme laut yang sangat bervariasi dalam bentuk dan ukuran tubuh, salah satu habitatnya yaitu pada zona litoral pantai karang dan padang lamun. Terdapat sekitar 60.000 spesies crustacea di dunia (Wagey dan Arifin, 2008).

Menurut Rusyana (2011) struktur tubuh crustacea terdiri dari kepala yang biasanya terdiri dari empat segmen yang bersatu, pada bagian kepala itu terdapat dua pasang antena, satu pasang mandibular (rahang pertama) dan dua pasang maxilla 15 (rahang kedua). Bagian dada mempunyai embelan dengan jumlah yang berbeda-beda yang di antaranya ada yang berfungsi sebagai alat gerak. Segmen bagian perut umumnya sempit dan lebih mudah digerakkan dibandingkan dengan bagian kepala dan dada kemudian bagian cephalothorax ditutupi oleh suatu bagian yang disebut karapak dan mempunyai duri di ujung depan yang disebut rostrum. Pada kepala terdapat mulut, mata, antena, antenula (embelan yang terletak dekat antena biasanya pendek berfungsi sebagai alat perasa), mandibular dan maxilla.

2.3.3 Echinodermata

Echinodermata adalah filum hewan terbesar yang tidak memiliki anggota yang hidup di air tawar atau darat. Echinodermata dalam bahasa Yunani, *echino* berarti landak, *derma* yakni kulit. Jadi, dapat diartikan echinodermata adalah kelompok hewan triploblastik yang memiliki ciri khas adanya rangka dalam (endoskeleton) berduri yang menembus kulit. Hewan-hewan ini juga mudah dikenali dari bentuk tubuhnya. Bentuk tubuh Echinodermata memiliki ciri khas yakni bersifat simetri

radial dengan penguat tubuh dari zat-zat kapur dengan tonjolan duri-duri dan simetri radialnya berevolusi secara sekunder. Kulitnya mempunyai lempeng-lempeng zat kapur dengan duri-duri kecil, hidupnya bebas hanya gerakannya yang lamban. Echinodermata tidak mempunyai kepala, tubuhnya tersusun dalam sumbu oral-aboral (Suryanti,2019).

Echinodermata dapat ditemukan di pantai dan laut sampai kedalaman 366 m dengan gerakannya lamban atau sesi. Ukuran echinodermata ini bervariasi pada binatang laut ada yang memiliki diameter 10 mm sampai 1 meter dan beberapa teripang berukuran 2 meter panjangnya. Echinodermata hidup soliter atau individual di perairan laut yang jernih dan perairan dalam (Hanifa, 2016).

2.3.4 Moluska

Moluska adalah salah satu filum makrozoobentos yang termasuk dalam salah satu kelompok hewan invertebrata yang bertubuh lunak, sebagian besar hewan moluska menyekresikan cangkang pelindung keras yang terbuat dari kalsium karbonat, walaupun sebagian ada yang tanpa cangkang. Kelompok hewan ini dapat dengan mudah ditemukan pada zona litoral pantai dan biasanya hewan ini menempel pada substrat dan ada juga yang membenamkan diri di bawah lumpur atau sedimen (Imakulata, 2023).

Moluska merupakan organisme hidup yang peka terhadap perubahan kualitas air tempat hidupnya sehingga hal ini juga dapat menentukan kepadatan dan keragaman populasi dari kelas tersebut (Odum, 1993). Filum moluska terdiri atas lima kelas menurut Rusyana (2013) yaitu: (1) Amphineura, (2) Gastropoda, (3) Scaphopoda, (4) Cephalopoda dan (5) Pelecypoda.

2.4 Makrozoobentos Sebagai Bioindikator

Bioindikator didefinisikan sebagai kelompok atau komunitas organisme yang saling berhubungan, yang keberadaannya atau perilakunya sangat erat berhubungan dengan kondisi lingkungan tertentu, sehingga dapat digunakan sebagai satu petunjuk kualitas lingkungan. Organisme dapat memonitor perubahan (biokimia, fisiologi, atau kebiasaan) yang mungkin mengindikasikan adanya masalah di eko-sistemnya. Bioindikator memandang bahwa kelompok organisme

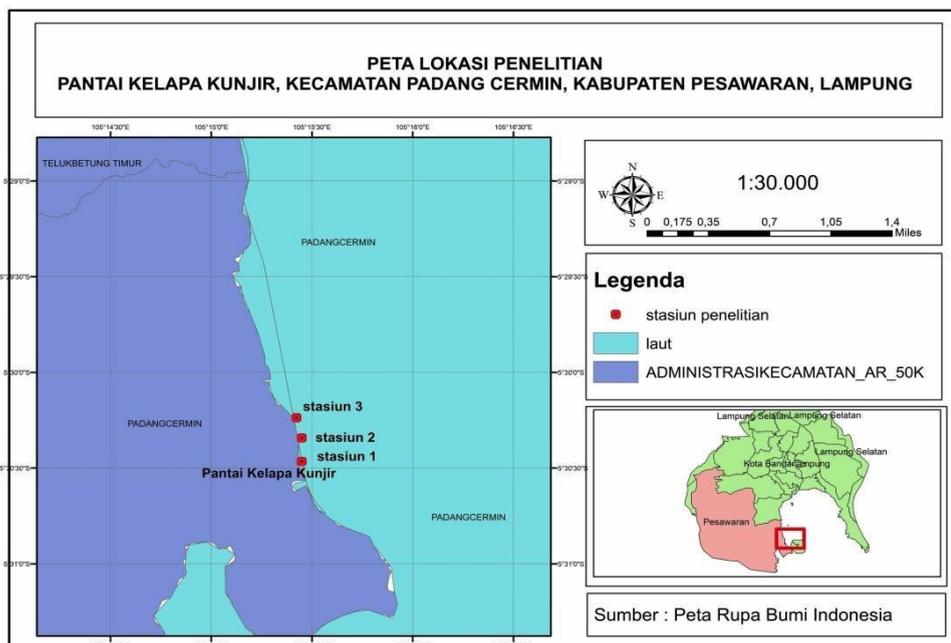
adalah saling terkait, dimana kehadiran, ketidakhadiran, dan tingkah lakunya sangat erat terkait dengan status lingkungan tertentu sehingga dapat digunakan sebagai indikator (Candri *et al.*, 2024). Makrozoobentos dapat dijadikan organisme bioindikator, karena memiliki diversitas yang tinggi dibandingkan dengan hewan akuatik lain-nya. Selain itu, organisme ini dapat memonitor berbagai tipe tekanan seperti tekanan dari polutan bahan organik, logam berat, pengayaan nutrisi, asidifikasi dan tekanan. Adanya penurunan terhadap kelimpahan dan komposisi organisme mak-rozoobentos dapat digunakan sebagai indikator adanya gangguan ekologi yang terjadi pada suatu perairan (Wulandari *et al.*, 2017).

Makrozoobentos merupakan salah satu kelompok terpenting dalam suatu ekosistem. Makrozoobentos dapat mengubah bahan organik yang berukuran besar menjadi lebih kecil, sehingga mikroba mudah menguraikannya (Wahyuni *et al.*, 2017). Makrozoobentos berperan dalam proses menetralkan lingkungan perairan dengan cara merubah balik limbah organik menjadi sumber makanannya sehingga kondisi perairan menjadi stabil. Mengetahui kondisi perairan dapat dianalisis dengan bioindikator makrozoobentos menggunakan metode kurva ABC. Dimana kurva ABC ini digunakan untuk mengetahui kondisi lingkungan dengan menganalisis jumlah total individu persatuan luas dan biomasa (berat kering) total per satuan luas.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari-Februari 2024 di Pantai Kelapa Kunjir, Sukajaya Lempasing, Kecamatan Padang Cermin, Pesawaran, Lampung. Pengambilan sampel dilakukan sebanyak tiga kali dengan selang waktu dua minggu sekali. Identifikasi makrozoobentos dilakukan di Laboratorium Produktivitas dan Lingkungan Perairan, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Universitas Lampung. Pengukuran parameter fisika dan kimia perairan dilakukan langsung di lapangan dan analisis sampel BOT (bahan organik total) dilakukan di Laboratorium Pengujian Kesehatan Ikan Dan Lingkungan Balai Besar Perikanan Budidaya Laut (BBPBL) Lampung, analisis BOT sedimen dilakukan di Laboratorium Analisis Polinela. Lokasi penelitian disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Peta lokasi penelitian

Untuk lebih jelasnya lokasi pengambilan sampel dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Stasiun pengambilan sampel

No	Stasiun	Titik Koordinat	Karakteristik
1.	Stasiun 1	5 ° 30'84'' S 105° 15'46'' E	Wisata
2.	Stasiun 2	5 ° 14'48'' S 105° 24'28'' E	Permukiman
3.	Stasiun 3	5 ° 30'49'' S 105° 15'33'' E	Dermaga

Penentuan titik stasiun ditentukan berdasarkan karakteristik antar stasiun yang berbeda-beda. Stasiun 1 dengan titik koordinat 5 ° 30'84'' S 105° 15'46'' E merupakan kawasan wisata. Pada stasiun 2 dengan titik koordinat 5 ° 14'48'' S 105° 24'28'' E merupakan kawasan permukiman. Pada stasiun 3 dengan titik koordinat 5 ° 30'49'' S 105° 15'33'' E merupakan wilayah dermaga tempat kapal-kapal berlabuh.

3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan di penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2. Alat yang digunakan dalam penelitian

No	Alat	Kegunaan
1	<i>Core sampler</i>	Mengambil sampel makrozoobentos.
2	pH meter	Mengukur pH/tingkat keasaman air.
3	DO meter	Mengukur kadar oksigen pada air.
4	Termometer	Mengukur suhu air.
5	Kamera digital	Dokumentasi penelitian.
6	Roll meter	Mengukur panjang plot.
7	Saringan	Menyaring bentos di substratnya.
8	Botol sampel	Tempat sampel air.
9	<i>Secchi disk</i>	Mengukur kecerahan air.
10	Baki plastik	Tempat menaruh bentos.
11	<i>Cool box</i>	Tempat penyimpanan sementara bentos.

Tabel 2. Alat yang digunakan dalam penelitian (lanjutan).

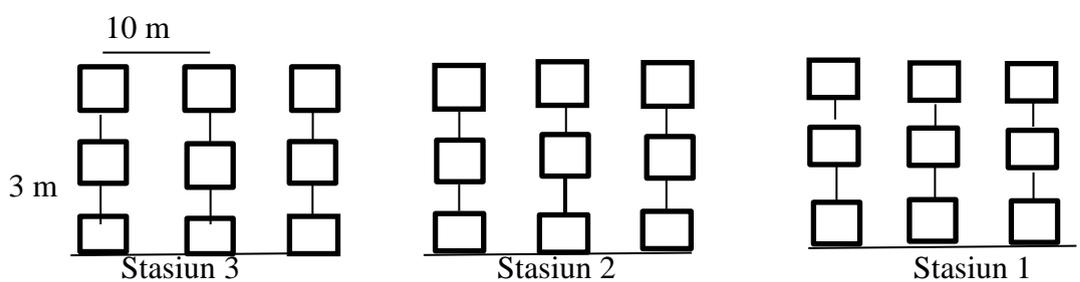
No	Alat	Kegunaan
12	Plastik zip	Tempat untuk sampel bentos.
13	Pipet tetes	Meneteskan pengawet bentos.
14	Global position system (GPS)	Menentukan titik koordinat.
15	Refractometer	Mengukur salinitas air.
16	Oven	Mengeringkan sampel makrozoobentos.
17	Transek kuadran 1x1 cm ²	Mengukur luasan dalam 1 titik.

Tabel 3. Bahan yang digunakan untuk penelitian

No	Bahan	Kegunaan
1	Sampel makrozoobentos	Bahan utama penelitian .
2	Sampel substrat	Menguji substrat.
3	Sampel air	Menguji BOT.
4	Alkohol/formalin 4%	Mengawetkan makrozoobentos.
5	Akuades	Mencuci alat pada saat penelitian.

3.3 Prosedur Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini ialah *purposive sampling* dimana penentuan titik dan pengambilan data sampel berdasarkan ciri atau karakteristik tertentu untuk menentukan stasiun dengan tujuan penelitian. Pengambilan sampel dilakukan pada 3 stasiun dengan masing-masing stasiun dilakukan pada 3 titik yang disesuaikan pada lokasi penelitian. Jarak antar titik pada tiap stasiun di sesuaikan dengan lebar luasan stasiun dengan cara mengukur luas stasiun yang kemudian dibagi menjadi 3 wilayah atau titik untuk mewakili keseluruhan wilayah stasiun. Ilustrasi pengamatan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Ilustrasi pengambilan sampel

3.3.1 Pengambilan Sampel Makrozoobentos

Pengambilan sampel makrozoobentos dilakukan dengan menggunakan *core sampler*. Pengambilan sampel makrozoobentos dilakukan pada saat surut dengan tiga kali pengulangan. Pengambilan sampel pada tiap titik diukur dari surut terendah dari bibir pantai. Transek kuadran diletakkan pada substrat tiap titik dan substrat diambil menggunakan *core sampler* dengan kedalaman 30-40 cm. Substrat yang terambil kemudian disaring menggunakan saringan. Sampel makrozoobentos yang tersaring kemudian dimasukkan ke dalam plastik zip, kemudian diberi formalin 4%. Masing-masing plastik diberi label untuk selanjutnya dilakukan identifikasi di laboratorium.

3.3.2 Identifikasi Makrozoobentos

Identifikasi makrozoobentos dilakukan di Laboratorium Produktivitas dan Lingkungan Perairan, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Universitas Lampung dengan menaruh sampel makrozoobentos di atas kertas putih, di foto dan dibandingkan menggunakan buku panduan Taksonomi Hewan dan Zoologi Invertebrata oleh Sri Maya dan Nurhidayah (2020).

3.3.3 Pengambilan Sampel Fisika

Parameter fisika yang diambil sampelnya dalam penelitian ini yaitu:

- (a). Suhu, data ini diperlukan untuk mengetahui suhu air yang mampu ditoleransi oleh makrozoobentos. Alat yang digunakan untuk pengukuran suhu air yaitu termometer. Langkah penggunaan termometer sebagai berikut : Termometer dicelupkan ke dalam perairan selama \pm (5-10) detik, kemudian termometer diangkat dari air. Nilai suhu perairan dapat ditentukan dari angka yang tertera pada termometer tersebut.
- (b). Kecerahan. Pengukuran kecerahan air dilakukan menggunakan alat *secchi disk* yang dimasukkan ke dalam air sampai tidak terlihat warna hitam lalu dicatat hasil ukur yang didapat dan tarik *secchi disk* sampai warna putih pada *secchi disk* terlihat, lalu dihitung dengan persamaan kecerahan. Menurut

Pingki dan Sudarti (2021) kecerahan perairan dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$K = \frac{d1+d2}{2}$$

Keterangan :

K : Kecerahan (m)

d1 : Kedalaman *secchi disk* saat tidak terlihat (m)

d2 : Kedalaman *secchi disk* saat mulai tampak kembali (m)

3.3.4 Pengambilan Sampel Kimia

Parameter kimia yang diambil sampelnya dalam penelitian ini yaitu:

- (a). pH atau derajat keasaman ini merupakan faktor pembatas bagi organisme. Oleh karena itu, data ini diambil untuk mengetahui tingkat kadar keasaman yang dapat ditoleransi oleh makrozoobentos dan mengetahui tingkat keasaman di perairan yang diteliti. Alat yang digunakan yaitu pH meter langkah. Penggunaan pH meter berdasarkan SNI.6989.11-2004:

Langkah pertama kalibrasi pH meter dengan larutan penyangga. Contoh uji yang mempunyai suhu tinggi, dikondisikan sampai suhu kamar. Kemudian pH meter dikeringkan dengan kertas tisu, selanjutnya elektroda dibilas dengan air suling. Elektroda dibilas kembali dengan contoh uji. Selanjutnya elektroda dicelupkan ke dalam contoh uji sampai pH meter menunjukkan pembacaan yang tetap. Hasil pembacaan skala atau angka pada hampiran dari pH meter dicatat.

- (b). Salinitas, data ini diperlukan karena lokasi pengambilan sampel yang berada di pantai, maka data ini diperlukan untuk mengetahui toleransi makrozoobentos terhadap tinggi rendahnya salinitas di lokasi penelitian. Alat yang digunakan untuk pengukuran salinitas yaitu refraktometer. Langkah penggunaan refrakto meter berdasarkan SNI 01-2891-1992. 7.2:

Sebelum dipakai refraktometer dibersihkan dengan tisu mengarah ke bawah, pada bagian prisma refraktometer ditetesi dengan tetes cairan semisal akuades

atau larutan NaCl 5%. Cairan dituangkan hingga melapisi seluruh permukaan prisma. Cairan yang ingin diukur diambil menggunakan pipet setelah itu ditutup secara hati-hati dengan mengembalikan pelat ke posisi awal. Hasil salinitas, dilihat melalui ujung bulat refraktometer terlihat satu angka skala atau lebih. Skala salinitas biasanya bertanda 0/00 yang berarti "bagian per seribu", dari 0 di dasar skala hingga 50 di ujungnya. Ukuran salinitas terlihat pada garis pertemuan bagian putih dan biru. Setelah dipakai, refraktometer dibersihkan hingga kering menggunakan tisu atau kain lembut. Sebaiknya simpan refraktometer di tempat yang kering. Pastikan jangan meninggalkan prisma dalam keadaan basah oleh sampel, setelah digunakan prisma refraktometer ditutup.

- (c). DO atau kadar oksigen, data ini diperlukan untuk mengetahui tingkat oksigen di lokasi penelitian, karena oksigen sebagai faktor pembatas kehidupan organisme, sehingga apabila ketersediaan oksigen di perairan tidak terpenuhi maka mampu menghambat aktivitas dan pertumbuhan organisme. Alat yang digunakan untuk pengukuran kadar oksigen yaitu DO meter, langkah penggunaan DO meter adalah sebagai berikut:

Dissolved Oxygen meter dinyalakan kemudian dipastikan layar dapat menampilkan hasil pengukuran. Masukkan ujung sensor DO meter dalam perairan yang akan diukur lalu tunggu hingga pengukuran stabil, sekitar satu menit atau lebih sampai angka di layar tidak berubah-ubah. Jika hasil pengukuran yang muncul pada DO meter tidak stabil atau terjadi kesalahan pengukuran, maka harus mengulang langkah kembali dari awal setelah itu hasil pengukuran pada tabel untuk menyimpan rekaman hasil pengukuran.

- (d). Bahan organik total (BOT), data ini digunakan untuk mengetahui tingkat kandungan nutrisi yang terdapat di Pantai Kelapan Kunjir. Hal ini karena melimpahnya kandungan nutrisi mampu memengaruhi kelimpahan organisme di suatu ekosistem. Pengambilan sampel bahan organik total dilakukan hanya satu kali pengulangan pada setiap stasiun. Pengambilan sampel BOT diambil menggunakan botol sampel sebanyak 600 mL. Sampel yang telah diambil kemudian dibawa ke laboratorium untuk selanjutnya dilakukan. Analisis

menggunakan metode titimetri (SNI 06-6989.22- 2004) yaitu sebanyak 50 mL sampel dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 mL, kemudian ditambahkan 10 mL larutan H_2SO_4 4N. Larutan yang telah tercampur kemudian dipanaskan menggunakan *hotplate* sampai mendidih, lalu ditambahkan 10 mL larutan $KMnO_4$ 0,01 N. Larutan selanjutnya dididihkan tepat sepuluh menit lalu ditambahkan 10 mL larutan asam oksalat $H_2C_2O_4$ 0,01 N dan dididihkan kembali sampai warna merah hilang. Larutan kemudian dititrasi dengan larutan $KMnO_4$ 0,01 N dalam keadaan panas sampai terbentuk warna merah muda.

- (e). Substrat, data ini digunakan untuk mengetahui jenis substrat yang ditempati oleh makrozoobentos di Pantai Kelapa Kunjir (Merliyana, 2017). Analisis substrat dilakukan dengan cara pengamatan secara visual. Substrat dari masing-masing stasiun diamati dan kemudian ditentukan jenis dari substrat tersebut.

3.4 Analisis Data

Tahap analisis data yang dilakukan di Pantai Kelapa Kunjir dari hasil data sampel yang didapatkan, terlebih dahulu difoto dan diidentifikasi jenis makrozoobentos menggunakan buku identifikasi, kemudian diolah dengan menghitung kelimpahan individu dan indeks diversitas/keanekaragaman Shannon Wiener, indeks keseragaman, indeks dominansi, dan analisis kurva ABC (*abundance and biomass comparison*) dalam menentukan tingkat pencemaran suatu lingkungan (Labbaik *et al.*, 2018) dengan persamaan sebagai berikut:

3.4.1 Kelimpahan Individu

Kelimpahan individu makrozoobentos yang didefinisikan sebagai jumlah individu spesies setiap stasiun dalam satuan kubik (m^3). Kelimpahan populasi makrozoobentos ini diperlukan data dan perhitungannya untuk mengetahui banyaknya makrozoobentos setiap plot yang terambil oleh *core sampler*. Menurut Odum (1993), kelimpahan individu makrozoobentos dapat dihitung dengan persamaan berikut:

Volume paralon: $\pi r^2 t$

Volume seluruh biota: Volume paralon (m^3) x n ulangan

Konversi jumlah biota: 1/volume seluruh biota

Kelimpahan (ind/m³): konversi jumlah biota x ni (jumlah individu jenis-i).

3.4.2 Indeks Keanekaragaman

Tingkat keanekaragaman jenis menggambarkan banyaknya jumlah jenis dan proporsi kelimpahan individu antar jenis suatu makhluk hidup pada suatu komunitas. Perhitungan indeks keanekaragaman menggunakan indeks Shannon Wiener menurut Odum (1993) dengan persamaan sebagai berikut:

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

Dimana;

H' = Indeks keanekaragaman Shannon-Wiener

P_i = n_i/N = proporsi spesies ke-i (Ind.)

n_i = Jumlah spesies ke-i (Ind.)

N = Jumlah total individu (Ind.)

Ln = Logaritma natural.

Kriteria:

H' < 1 = Keanekaragaman spesiesnya rendah, jumlah individu tiap spesies rendah, kestabilan komunitas rendah dan keadaan tercemar berat.

1 < H' < 3 = Keanekaragaman sedang, penyebaran jumlah individu tiap spesies sedang dan keadaan perairan tercemar sedang.

H' > 3 = Keanekaragaman tinggi, penyebaran jumlah individu tiap spesies tinggi dan perairan belum tercemar.

3.4.3 Indeks Keseragaman (E)

Menurut Krebs (1985), indeks keseragaman digunakan untuk mengetahui keseimbangan antara spesies dalam suatu komunitas yang terdapat di lokasi penelitian dengan persamaan sebagai berikut:

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

Dimana:

E = Indeks keseragaman;

H' = Indeks keanekaragaman;

S = Jumlah semua jenis.

nilai indeks keseragaman dikategorikan sebagai berikut:

$0 < E \leq 0,5$ = Keseragaman rendah.

$0,5 < E \leq 0,75$ = Keseragaman sedang.

$0,75 < E \leq 1$ = Keseragaman tinggi.

3.4.4 Indeks Dominansi (C)

Untuk mengetahui tingkat dominansi atau adanya organisme yang menguasai suatu ekosistem, salah satunya di lokasi penelitian. Menurut Odum (1993) dalam menghitung dominansi digunakan persamaan indeks dominansi Simpson sebagai berikut:

$$C = \sum \frac{n_i}{N}$$

Dimana:

C = Indeks dominansi;

n_i = Jumlah individu ke-i; (Ind.)

N = Jumlah total individu (Ind.)

Kriteria indeks dominansi sebagai berikut:

$0 < C < 0,3$ = Dominansi rendah.

$0,3 < C < 0,6$ = Dominansi sedang.

$0,6 < C < 1$ = Dominansi tinggi

3.4.5 Analisis Kurva Abundance and Biomassa Comparison (ABC)

Metode analisis keterkaitan yang dilakukan dengan kurva ABC ini digunakan untuk mengetahui kondisi lingkungan dengan menganalisis jumlah total individu persatuan luas dan biomassa (berat kering) total persatuan luas. Menurut Khaeksi *et al.* (2015) parameter biologi (makrozoobentos) dianalisis dengan kurva ABC (*abundance and biomass comparison*) yang terdiri atas komponen:

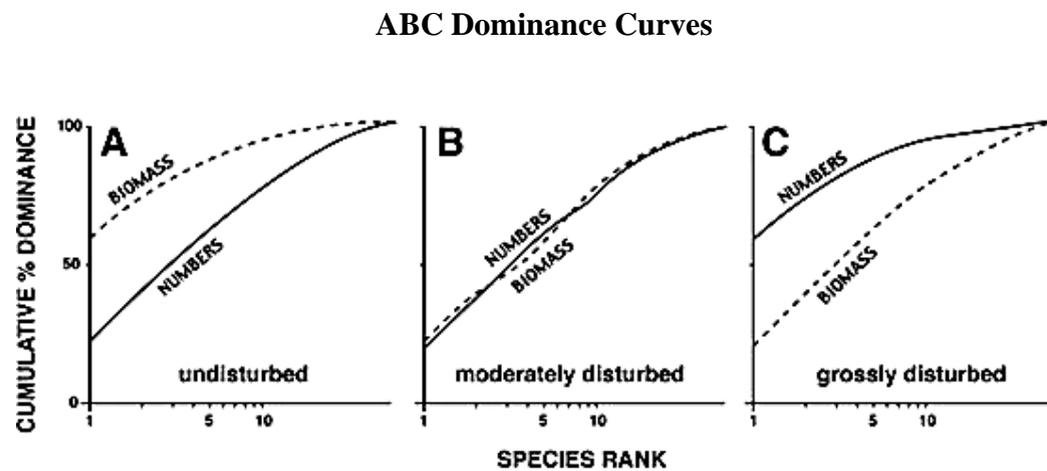
$$\text{Kelimpahan (K)} = \frac{\text{Jumlah individu (ind)}}{\text{Luas (m}^2\text{)}}$$

$$\text{Kelimpahan Relatif (KR)} = \frac{K \text{ Suatu jenis}}{K \text{ total}} \times 100\%$$

$$\text{Biomassa (B)} = \frac{\text{Biomassa individu (ind)}}{\text{Luas (m}^2\text{)}}$$

$$\text{Biomassa Relatif (BR)} = \frac{B \text{ Suatu jenis}}{B \text{ total}} \times 100\%$$

Menurut Khaeksi *et al.* (2015), status atau kualitas perairan dapat diklasifikasikan menjadi tiga kategori berdasarkan bentuk kurva ABC, yaitu:



Gambar 4. Kurva ABC (*abundance and biomass comparison*).

Sumber. Labbaik *et al.*, (2018).

Status kualitas perairan berdasarkan komunitas makrozoobentos dapat diklasifikasikan menjadi tiga kategori, yaitu:

- a. Baik, jika kurva biomassa persatuan luas berada di atas kurva jumlah individu persatuan luas maka dapat dikatakan kondisi ekosistem tidak terganggu.
- b. Sedang, jika kurva biomassa persatuan luas dan kurva jumlah individu per satuan luas saling tumpang tindih maka dapat dikatakan perairan terganggu intensitas sedang (moderat).

- c. Berat, jika kurva biomassa persatuan luas berada di bawah kurva jumlah individu persatuan luas maka dapat dikatakan kondisi perairan terjadi adanya gangguan dan tekanan ekologi.

3.4.6 Pengolahan Data

Analisis hubungan kelimpahan makrozoobentos dan parameter perairan dianalisis menggunakan PCA (*principal component analysis*) komponen utama teknik statistik untuk mengubah sebagian besar variabel asli yang digunakan yang saling berkorelasi antara satu dan lainnya menjadi variable baru yang lebih kecil dan tidak berkorelasi. Variable yang digunakan pada penelitian yaitu suhu, kecerahan, DO, BOT, salinitas, pH, kelimpahan, keanekaragaman, keseragaman dan dominansi

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

1. Makrozoobentos yang ditemukan pada penelitian sebanyak 28 jenis spesies yang berbeda dengan 4 kelas yaitu, kelas gastropoda berjumlah 15 spesies, bivalvia 9 spesies, polychaeta 2 spesies, dan malacostraca 2 spesies dan 19 famili.
2. Hasil kurva ABC menunjukkan bahwa kondisi perairan Pantai Kelapa Kunjir yang berada ditingkat terganggu intensitas sedang (*moderately distrubed*).
3. Hasil PCA menunjukkan hubungan parameter fisika dan kimia kualitas perairan yang memengaruhi kelimpahan yaitu kecerahan, kedalaman salinitas pH, DO dan BOT sedimen yang berkorelasi positif, sedangkan hubungan parameter fisika dan kimia kualitas perairan yang tidak memengaruhi kelimpahan yaitu suhu dan BOT perairan yang berkorelasi negatif artinya meningkatnya nilai variable kecerahan, kedalaman salinitas pH, DO dan BOT sedimen akan menurunkan variabel suhu dan BOT perairan.

5.2 Saran

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan untuk masyarakat, atau pemerintah dalam memperbaiki ekosistem perairan di lingkungan sekitar. Adanya penelitian ini juga diharapkan dapat menambah kesadaran masyarakat sekitar yang tinggal di daerah sekitar Pantai Kelapa Kunjir serta pengunjung Pantai Kelapa Kunjir untuk memperbaiki dan menjaga ekosistem pantai.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- Afrianti, S. 2020. Dampak kerusakan sumber daya alam akibat penambangan batubara di Nagari Lunang, Kecamatan Lunang Silaut, Kabupaten Pesisir Selatan, Provinsi Sumatera Barat. *Agroprimatech*, 4(1): 55-66.
- Alita, A., Henri, H., Lingga, R., Sonia, A., Fitri, G., Putri, S. G., & Salsabila, A. 2021. Keanekaragaman bivalvia dan gastropoda di Pulau Nangka Kabupaten Bangka Tengah. *Jurnal Penelitian Biologi, Botani, Zoologi dan Mikrobiologi*, 6(1): 23-34.
- Alwi, D., Koroy, K., & Laba, E. 2019. Struktur komunitas ekosistem mangrove di Desa Daruba Pantai Kabupaten Pulau Morotai. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 5(4): 33-46
- Amann A, Zoboli O, Krampe J, Rechberger H, Zessner M, Egle L. 2018. Environmental impacts of phosphorus recovery from municipal wastewater. *Jurnal Resource, Conservation and Recycling*, 1(30): 127-139.
- Amri, K., Setiadi, D., Qayim, I., & Djokosetiyanto, D. 2011. *Dampak Aktivitas Antropogenik Terhadap Kualitas Perairan Habitat Padang Lamun di Kepulauan Spermonde Sulawesi Selatan*. (Skripsi). Universitas Hasanudin. Makassar. 84 hlm.
- Andian, M. D., & Aida, N. 2023. Strategi efektif pengembangan pariwisata Pantai Mutun sebagai wisata bahari di Kabupaten Pesawaran Provinsi Lampung. *Journal on Education*, 5(3): 9561-9572.
- Andrianti, P.L, Rizal, S., & Mutiara, D. 2020. Spesies gastropoda yang terdapat pada kawasan tereksplorasi di Padang Serai Kampung Melayu Pulau Baai Kota Bengkulu. *Indobisains*, 9(2):14-20.
- Angelia, D., Adi, W., & Adibrata, S. 2019. Keanekaragaman dan kelimpahan makrozoobentos di Pantai Batu Belubang Bangka Tengah. *Jurnal Sumberdaya Perairan*, 11(2): 67-68

- Asriana, Y. 2012. Bioindikator of contamination of leachate of Jatibarang dumping ground in kreo River Semarang City. *Prosiding of the 7th National Seminar Biology Education*. Bumi Askara. Semarang. Hal 70-77.
- Avianto, I., Suliastono, S., & setyobudiandi, I. 2013. Habitat characteristics and potency of mud crabs *Scylla serrata*, *S. transquaberica*, and *S. olivacea* in Cibako Mangrove Forest, Garut District, West Java. *International Journal of Bonorowo Wetlands*, 3(2): 55-72.
- Ayu, D. M., & Rahmawati, A. S. N. R. 2015. The Diversity of Gastropoda as Bio-indikator of Contamination of Leachate of Jatibarang Dumping Ground in Kreo River Semarang City. *Prosiding Seminar Nasional XII Pendidikan Biologi FKIP UNS 2015 Sebelas Maret University*, 3(1): 229-234.
- Ayu, V. A. 2023. *Pengawasan DPRD dalam Pengelolaan Pariwisata Kabupaten Pesawaran*. (Skripsi). Universitas Lampung. Lampung. 84 hlm.
- Azizah, R. 2021. *Identifikasi Serkaria Trematoda dan Keong Hospes Perantara pada Ekosistem Situ di Kota Tasikmalaya*. (Skripsi). Universitas Siliwangi. Tasikmalaya. 98 hlm.
- Badan Standar Nasional. 2004. Air dan air limbah bagian 11: Cara uji derajat keasaman (pH) dengan menggunakan pH meter.
- Campbell, N.A. dan Reece, J. B. 2012. *Biologi*. Terjemahan: Wulandari. Erlangga. Jakarta. 568 hlm.
- Bai'un, N.H., Riyantini, I., Mulyani, Y., & Zallesa, S. 2021. Keanekaragaman makrozoobentos sebagai indikator kondisi perairan di ekosistem mangrove di Pulau Pari, Kepulauan Seribu. *Journal of Fisheries and Marine Researc*, 5(2):227-238.
- Candri, D. A., Ulfaturrahmi, M., Japa, L., & Setyaningrum, T. W. 2024. Phytoplankton diversity as a bioindicator for water quality of Pertamina Harbour Ampenan, Lombok. *Jurnal Biologi Tropis*, 24(1): 814-820.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air bagi Pengelola Sumber Daya Alam dan Lingkungan Perairan*. Kansinus. Yogyakarta. 257 hlm.
- Epilia, T. V., & Sukada, B. A. 2021. Pusat rekreasi dan edukasi pembudidayaan mangrove. *Jurnal Sains, Teknologi, Urban, Perancang, Arsitektur (stupa)*, 3(2): 2071-2082.
- Fardiansyah, D. 2011. *Budidaya Udang Vannamei di Air Tawar*. Artikel Ilmiah

Dirjen Perikanan Budidaya KKPI RI. Jakarta.

- Ghufran, H. M., Kordi, K., & Andi, B. T. 2007. *Pengelolaan Kualitas Air dalam Budidaya Perairan*. Rineka Cipta. Jakarta. 208 hlm.
- Gundono, M.T. 2010. Kerapatan, keanekaragaman, dan polapenyebaran gastropoda air tawar di perairan Danau Poso. *Jurnal untad Media Litbang Sulteng*, 3(2): 137-143.
- Hadiputra, M.A., dan Damayanti, A. 2013. Kajian potensi makrozoobentos sebagai bioindikator pencemaran logam berat tembaga (Cu) di Kawasan Ekosistem Mangrove Wonorejo Pantai Timur Surabaya. *Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi XVIII*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya. 8 hlm.
- Handayani, E.A. 2006. *Keanekaragaman Jenis Gastropoda di Pantai Randusanga Kabupaten Brebes Jawa Tengah*. (Skripsi). Universitas Negeri Semarang. Semarang. 68 hlm.
- Hanifa, Q. 2016. *Struktur Komunitas Echinodermata di Pantai Sindangkerta Kecamatan Cipatujah Kabupaten Tasikmalaya*. (Skripsi). FKIP UNPAS. Bandung. 64 hlm.
- Hawari, A., Amin, B., & Efriyeldi, E. 2014. *Hubungan Antara Bahan Organik Sedimen dengan Kelimpahan Makrozoobenthos di Perairan Pantai Pandan Provinsi Sumatera Utara* (Disertasi). Universitas Riau. Riau. 98 hlm.
- Hitalessy, R. B., Leksono, A. S., & Herawati, E. Y. 2015. Struktur komunitas dan asosiasi gastropoda dengan tumbuhan lamun di perairan Pesisir Lamongan Jawa Timur. Indonesian. *Journal of Environment and Sustainable Development*, 6(1): 64-66.
- Honen, M. Y., Minsas, M., & Helena, S. 2023. Keragaman gastropoda di kawasan ekowisata mangrove Telok Berdiri Sungai Kupah Kubu Raya Kalimantan Barat. *Jurnal Perikanan Unram*, 13(4):1243-1254.
- Imakulata, M. M. 2023. Analisis keanekaragaman jenis moluska sebagai bioindikator stabilitas ekosistem Pantai Mumentula Kupang Barat Kabupaten Kupang. *Media sains*, 23(2):39-45.
- Islami, M, M. 2015. Pengaruh suhu dan salinitas terhadap bivalvia. *Jurnal Osean*, 38(2):1-10.
- Jauhara A. 2012. *Struktur Komunitas Polychaeta pada Lima Muara Sungai di Teluk Jakarta*. (Skripsi). Universitas Indonesia. Jakarta. 76 hlm.

- Khaeksi, I.P., Haeruddin, & Muskananfol, M.R. 2015. Status pencemaran Sungai Plumbon ditinjau dari aspek total padatan tersuspensi dan struktur komunitas makrozoobentos. *Diponegoro Journal of Maquares*, 4(3):1-10.
- Kolif, R., Amin, B., & Nedi, S. *Analysis of Sediment Organic Content and Macrozoobenthos Abundance in the Estuary of Batang Arau River Padang City West Sumatera Province* (Disertasi). Universitas Riau. Riau. 89 hlm.
- Krebs, C.J. 1985. *Experimental Analysis of Distribution and Abundance*. Harper Collis. New York. 765 hlm.
- Kristiawan, D., Widyorini, N., & Haeruddin. 2014. Hubungan total bakteri dengan kandungan bahan organik dengan total bakteri di Muara Kalis Wisu, Jepara. *Diponegoro Journal of Maquares*, 3(4):24-33
- Kurniawan, M. R., Nasution, S., & Yoswaty, D. 2017. Community structure of ecinodermata in Aquatic Park of Pieh Island West Sumatra. *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Perikanan dan Ilmu Kelautan*, 4(2):1-18.
- Labbaik, M., Restu, I. W., & Pratiwi, M.A. 2018. Status pencemaran lingkungan Sungai Bandung dan Sungai Mati Provinsi Bali berdasarkan bioindikator phylum annelida. Bali. *Journal of Marine Sciences and Aquatic*, 4(2): 304-315.
- Latuconsina, H. 2019. *Ekologi Perairan Tropis: Prinsip Dasar Pengelolaan Sumberdaya Hayati Perairan*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta. 283 hlm.
- Lopo Y. 2013. *Diversitas jenis gastropoda sebagai bioindikator kualitas perairan pantai Kecamatan Kota Lama Kota Kupang*. (skripsi). Universitas PGRI. Kupang. 112 hlm.
- Maya, S., & Nurhidayah, 2020. *Zoologi Invertebrata*. Widina Bhakti Persada. Bandung. 135 hlm.
- Merliyana. 2017. *Analisis Status Pencemaran Air Sungai dengan Makrozoobentos sebagai Bioindikator di Aliran Sungai Putri Teluk Betung*. (Skripsi). UIN Raden Intan Lampung. Bandar Lampung. 100 hlm.
- Minggawati, I. 2013. Struktur komunitas makrozoobentos di perairan rawan banjir Sungai Ruangan. Kota Palangka Raya. *Jurnal Ilmu Hewani Tropika (Journal of Tropical Animal Science)*, 2(2):64-67.
- Muslim, T., Dwi, W. M., & Nanda, F. 2020. Daya dukung perairan Rawa Mesangat sebagai habitat buaya siam. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 18(3): 436-445.
- Musthofa, A. Muskanafola, R.M., & Rudiyantri, R., 2014. Struktur komunitas mak-

rozoobentos sebagai bioindikator kualitas perairan sungai Wedung Kabupaten Demak, *jurnal of maquares*, 3(3):82-89.

- Ningrum, N. C., & Kuntjoro, S. 2022. Kualitas perairan sungai Brangkal Mojokerto berdasarkan indeks keanekaragaman makrozoobentos. *Berkala Ilmiah Biologi*, 11(1): 71-79.
- Nurfakih, A., Suryono, C. A., & Sunaryo, S. 2013. Studi kandungan bahan organik sedimen terhadap kelimpahan bivalvia di Perairan Semarang bagian timur. *Journal of Marine Research*, 2(3):173-180.
- Nurrachim, I. & Marwan, B. A. 2012. *Kandungan Bahan Organik Sedimen dan Kelimpahan Makrozoobentos sebagai Indikator pencemaran perairan Panta Tanjung Ubin Kepulauan Riau*. (Skripsi). LIPI Universitas Riau Pekanbaru. Riau. 73 hlm.
- Nybakken, J.W. 1992. *Biologi Laut Suatu Pendekatan Ekologis*. PT Gramedia Pustaka. Jakarta. 281 hlm.
- Odum, E.P. 1993. *Dasar-Dasar Ekologi Umum*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta. 574 hlm.
- Patty, S. I., Rizki, M. P., Rifai, H., & Akbar, N. 2019. Kajian kualitas air dan indeks pencemaran perairan laut di Teluk Manado ditinjau dari parameter fisika-kimia air laut. *Jurnal Ilmu Kelautan Kepulauan*, 2(2):66-68.
- Peraturan Pemerintah No. 22. 2021. Baku Mutu Air Laut. 4 hlm.
- Pingki, T., & Sudarti. 2021. Analisis kualitas air sungai berdasarkan ketinggian Sungai Bladak dan Sungai Kedungrawis di Kabupaten Blitar. *Jurnal Budidaya perairan*, 9(2): 54-63.
- Pratiwi, R. 2010. Asosiasi krustasea di ekosistem lamun perairan Teluk Lampung. Indonesia. *Journal of marine sciences*, 15(2): 66-76.
- Pratiwi, R., & Astuti, O. 2012. Biodiversitas krustasea (Decapoda, Brachyura, macrura) dari ekspedisi perairan Kendari 2011. *Jurnal Ilmu Kelautan*, 17(1): 8- 14.
- Putri, N. P. P. N. V., Widianingsih, W., Suryono, S., & Hartati, R. 2023. Potensi antibakteri dari ekstrak polychaeta Namanereis sp. *Journal of Tropical Marine Science*, 6(2): 131-136.
- Rachmawati. 2011. Indeks keanekaragaman makrozoobentos sebagai bioindikator tingkat pencemaran di muara Sungai Jeneberang. *Jurnal Bionature*, 12(2): 103-109.

- Rahim, D. R. A. 2021. *Struktur Komunitas Iktiofauna di Perairan Sungai Pattunung, Kabupaten Maros*. (Skripsi). Universitas Hasanuddin. Makassar. 132 hlm.
- Ramadini, I. 2019. *Keanekaragaman Makrozoobentos sebagai Indikator Kualitas Air di Sungai Way Kedaian Bandar Lampung*. (Skripsi). Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung. Bandar Lampung. 112 hlm.
- Renta, P. P., Pribadi, R., Zainuri, M., & Utami, M. A. F. 2016. Struktur komunitas mangrove di Desa Mojo Kabupaten Pemalang Jawa Tengah. *Jurnal Enggano*, 1(2):1-10.
- Reny, A. P. 2021. *Pengaruh Kerapatan Lamun pada Komunitas Makrozoobentos di Perairan Pantai Mutun, Kecamatan Padang Cermin, Kabupaten Pesawaran, Lampung*. (Skripsi). Universitas Lampung. Bandar Lampung. 59 hlm.
- Ridwan, M., Fathoni, R., Fatihah, I., & Pangestu, D. A. 2016. Struktur komunitas makrozoobentos di empat muara Sungai Cagar Alam Pulau Dua, Serang, Banten. *Jurnal Biologi*, 9(1): 57-65.
- Rifsanjani, V.E.L. 2018. *Studi Keanekaragaman dan Kelimpahan Crustasea pada Area Padang Lamun Pantai Bama dan Kajang. Taman Nasional Baluran*. (Skripsi). Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Semarang. 86 hlm.
- Rizal, A. C., Ihsan, Y. N., Afrianto, E., & Juliadi, L. P. S. 2017. Pendekatan status nutrisi pada sedimen untuk mengukur struktur komunitas makrozoobentos di wilayah Muara Sungai dan Pesisir Pantai Rancabuaya, Kabupaten Garut. *Jurnal Perikanan Kelautan*, 8(2): 7-16.
- Rosdatina, Y., Apriadi, T., & Melani W.R. 2019. Makrozoobentos sebagai bioindikator kualitas Perairan Pulau Penyengat, Kepulauan Riau. *Jurnal Pengelolaan Lingkungan Berkelanjutan*, 3(2):309–317.
- Rusyana, A. 2011. *Zoologi Invertebrata, (Teori dan Praktik)*. Alfabeta. Bandung. 282 hlm.
- Santoso, A.D.2010. Bahan organik terlarut dalam air laut. *Jurnal Rekayasa Lingkungan*, 6(2): 139-143.
- Sari, T.A., Atmodjo, W., & Zuraida, R.2014. Studi Bahan organik total (BOT) sedimen dasar laut di perairan Nabire, Teluk Cendrawasih, Papua. *Jurnal Oseografi*, 3(1): 81-86.
- Sari, W.N., & Putri, W. A.E. 2022. Biodiversitas polychaeta di perairan muara sungai Musi, Desa Sungsang Sumatra Selatan. *Mespari Journal Marine Science*

Research, 14(1):49-61.

Setyono, D.E.D. 2006. Karakteristik dan produk kekerangan laut. *Jurnal Osean*, 31(1): 1-7.

Simanjuntak, S. L., Muskananfolo, M. R., & Taufani, W. T. 2018. Analisis tekstur sedimen dan bahan organik terhadap kelimpahan makrozoobenthos di Muara Sungai Jajar, Demak. *Management of Aquatic Resources Journal (MA-QUARES)*, 7(4):423-430.

Simbolon AR. 2016. Status pencemaran di perairan Cilincing, Pesisir DKI Jakarta. *Journal Proceeding Biology Education Conference*, 13(1): 77-82.

Sovia, V. 2019. *Jenis dan Kepadatan Gastropoda Pada Ekosistem Mangrove di Desa Apar Kecamatan Pariaman Utara, Kota pariaman.*(Skripsi).Universitas Andalas. Padang. 89 hlm.

Suparkan, Z. 2017. *Keanekaragaman Makorzoobentos Epifauna di Wisata Pantai Akkarena dan Tanjung Bayang Makassar.* (Skripsi). UIN Alauddin Makassar. Makassar. 77 hlm.

Supriadi, S., Romadhon, A., & Farid, A. 2015. Struktur komunitas mangrove di Desa Martajasah Kabupaten Bangkalan. *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*, 8(1): 44-51.

Suryanti, S. 2019. *Buku Ajar Bioekologi Phylum Echinodermata.* Universitas Diponegoro. Semarang. 124 hlm.

Susanto, A., Khalifa, M. A., Munandar, E., Nurdin, H. S., Syafrie, H., Supadmingasih, F. N., & Raihan, A. 2022. Kondisi kesehatan ekosistem mangrove sebagai sumber potensial pengembangan ekonomi kreatif Pesisir Selat Sunda. *Lewit Journal of Local Food Security*, 3(1): 172-181.

Syafifitri, E. 2003. *Struktur Komunitas Gastropoda (Molusca) di Hutan Mangrove Muara Sungai Donan Kawasan BKPH Rawa Timur, KPH Banyumas Cilacap, Jawa Tengah.* (Skripsi). Institut Pertanian Bogor. Bogor. 56 hlm.

Takaendengan, K., & Azkab, M. H. 2010. Struktur komunitas lamun di Pulau Talise, Sulawesi Utara. *Jurnal Oseanologi dan Limnologi*, 36(1):85-95.

Tamama, D, F., & As'adi, M. A. 2024. Analisis struktur komunitas plankton di Sungai Brantas. *Environmental Pollution Journal*, 4(2): 0175-1085

Taqwa, A. 2010. *Analisis Produktifitas Primer Fitoplankton dan Struktur Komunitas Fauna Makrobenthos Berdasarkan Kerapatan Mangrove di Kawasan Konser-*

- vasi Mangrove dan Bekantan Kota Tarakan, Kalimantan Timur.* (Tesis). Universitas Diponegoro. Semarang. 109 hlm.
- Tasabaramo, I.A., Ambo, R., & Amran, M. A. 2013. Keberadaan makrozoobentos hubungan dengan penutupan lamun di Perairan Pulau Bonetabang, Makassar. *Jurnal Ilmu Kelautan dan Perikanan*, 9(2):63-68.
- Tuhumena, J. R., Kusen, J. D., & Paruntu, C. P. 2013. Struktur komunitas karang dan biota asosiasi pada kawasan terumbu karang di perairan Desa Minanga Kecamatan Malalayang II dan Desa Mokupa Kecamatan Tombariri. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*, 1(3):6-12.
- Tumembouw, S. S. 2012. Kualitas air pada lokasi budidaya ikan di perairan Desa Eris, Danau Tondano, Kabupaten Minahasa. *Jurnal Perikanan dan Kelautan Tropis*, 8(1): 33-36.
- Wagey, T. dan Arifin Z. 2008. *Marine Biodiversity Review of the Arafura and Timor Seas*. Ministry of Marine Affairs Fisheries Indonesia. Jakarta.136 hlm.
- Wahyuni, I., Indah, J.S., & Bambang, E. 2017. Biodiversitas mollusca (gastropoda dan bivalvia) sebagai bioindikator kualitas perairan di kawasan Pesisir Pulau Tunda, Banten. *Jurnal Biodidaktika*, 12(2): 45-46.
- Wulandari, T.E., Achmad, R., & Masrianih. 2017. Keanekaragaman gastropoda di Pantai Tumbu Desa Tumbu Kecamatan Topoyo Kabupaten Mamuju Tengah dan pengembangannya sebagai media pembelajaran. *Jurnal Biology*, 5(2):30-40.
- Yasir, A. A. 2017. *Struktur Komunitas Makrozoobenthos pada Lokasi Dengan Aktivitas Berbeda di Perairan Sungai Tallo Kota Makassar.* (Skripsi). Universitas Hasanudin Makassar. Makassar. 267 hlm.
- Yunitawati., Sunarto., & Zahidah, H. 2012. Hubungan antara karakteristik sedimen dengan struktur komunitas makrozoobenthos di Sungai Cantigi, Kabupaten Indramayu. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 3(3): 221-227.
- Zahroh, A., Riani, E., & Anwar, S. 2019. Analisis kualitas perairan Kabupaten Cirebon Provinsi Jawa Barat. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 9(1):86-91.