

SKRIPSI

**STRUKTUR KOMUNITAS MAKROZOOBENTOS EPIFAUNA
PADA EKOSISTEM MANGROVE DI DESA BULU CINDEA
KECAMATAN BUNGORO, KABUPATEN PANGKEP**

Disusun dan diajukan oleh

RISNAWATI AZIS

L011191004



**PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN
DEPARTEMEN ILMU KELAUTAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

**STRUKTUR KOMUNITAS MAKROZOOBENTOS EPIFAUNA
PADA EKOSISTEM MANGROVE DI DESA BULU CINDEA
KECAMATAN BUNGORO, KABUPATEN PANGKEP**

RISNAWATI AZIS

L011191004

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada
Fakultas ilmu Kelautan Dan Perikanan



**PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN
DEPARTEMEN ILMU KELAUTAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

LEMBAR PENGESAHAN

STRUKTUR KOMUNITAS MAKROZOOBENTOS EPIFAUNA PADA EKOSISTEM MANGROVE DI DESA BULU CINDEA KECAMATAN BUNGORO, KABUPATEN PANGKEP

Disusun dan diajukan oleh

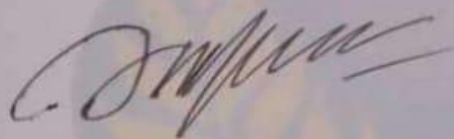
RISNAWATI AZIS
L011191004

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Ilmu Kelautan Fakultas Ilmu kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin pada tanggal 9 Agustus 2023 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan.

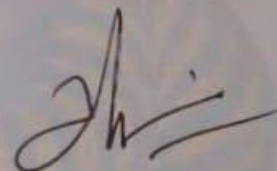
Menyetujui,

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

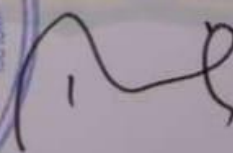


Prof. Dr. Amran Saru, ST., M.Si
NIP: 19670924 199503 1 001



Prof. Dr. Ir. Andi Niartiningasih, MP.
NIP: 19611201 198703 2 002

Ketua Program Studi



Dr. Khairul Amri, ST, M.Sc.Stud.
NIP: 19690706 199512 1 002

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Risnawati Azis
NIM : L011191004
Program Studi : Ilmu Kelautan
Fakultas : Ilmu Kelautan dan Perikanan

Menyatakan bahwa Skripsi yang berjudul "**Struktur Komunitas Makrozoobentos Epifauna Pada Kawasan Ekosistem Mangrove Di Desa Bulu Cindea, Kecamatan Bungoro, Kabupaten Pangkep**" ini adalah karya penelitian saya sendiri dan bebas plagiat, serta tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik serta tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali secara tertulis digunakan sebagai acuan dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber acuan serta daftar pustaka. Apabila di kemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam karya ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan perundang-undangan (Permendiknas No. 17, Tahun 2007).

Makassar, 9 Agustus 2023



Risnawati Azis
L011191004

PERNYATAAN AUTHORSHIP

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Risnawati Azis
NIM : L011191004
Program Studi : Ilmu Kelautan
Fakultas : Ilmu Kelautan dan Perikanan

Menyatakan bahwa publikasi sebagian atau keseluruhan isi Skripsi pada jurnal atau forum ilmiah lain harus seizin dan menyertakan tim pembimbing sebagai author dan Universitas Hasanuddin sebagai institusinya. Apabila dalam waktu sekurang-kurangnya dua semester (satu tahun sejak pengesahan Skripsi) saya tidak melakukan publikasi dari sebagian atau keseluruhan Skripsi ini, maka pembimbing sebagai salah seorang dari penulis berhak mempublikasikannya pada jurnal ilmiah yang ditentukan kemudian, sepanjang nama mahasiswa tetap diikutkan.

Makassar, 9 Agustus 2023

Mengetahui,

Ketua Departemen Ilmu Kelautan



Dr. Khairul Amri, ST., M.Sc.Stud
NIP: 19690706 199512 1 002

Penulis



Risnawati Azis
NIM: L011191004

ABSTRAK

RISNAWATI AZIS L011191004. “**Struktur Komunitas Makrozoobentos Epifauna Pada Ekosistem Mangrove di Desa Bulu Cindea, Kecamatan Bungoro, Kabupaten Pangkep**” dibimbing oleh **AMRAN SARU** sebagai Pembimbing Utama dan **ANDI NIARTININGSIH** sebagai Pembimbing Anggota.

Makrozoobentos epifauna adalah makrozoobentos yang hidup di permukaan dasar perairan yang bergerak dengan lambat di atas permukaan dari sedimen yang lunak atau menempel pada substrat yang keras dan melimpah di daerah intertidal. Makrozoobentos dipilih sebagai indikator lingkungan karena hidupnya relatif menetap (*sesile*) dengan daur hidup yang relatif lama. Penelitian ini memiliki 3 tujuan diantaranya: 1) Mengidentifikasi jenis makrozoobentos epifauna di kawasan ekosistem mangrove Desa Bulu Cindea; 2) Mengetahui kelimpahan, komposisi jenis dan indeks ekologi makrozoobentos epifauna; 3) Menganalisis hubungan antara karakteristik lingkungan terhadap komposisi jenis makrozoobentos epifauna di kawasan ekosistem mangrove Desa Bulu Cindea. Penelitian ini dilakukan pada bulan Maret – Juli 2023 bertempat di Ekosistem Mangrove Desa Bulu Cindea, Kecamatan Bungoro, Kabupaten Pangkep. Pengambilan data dilakukan pada 5 stasiun berdasarkan objek yang berbeda dengan masing-masing stasiun dilakukan 3 kali ulangan. Analisis hubungan antara karakteristik lingkungan terhadap komposisi jenis makrozoobentos epifauna menggunakan metode analisis PCA (*Principal component analysis*) merupakan metode statistik deskriptif yang bertujuan untuk mempresentasikan data dalam bentuk grafik dua dimensi yang hasilnya menunjukkan bahwa karakteristik lingkungan sangat berpengaruh terhadap komposisi jenis makrozoobentos diantaranya parameter pH dan salinitas. Selain itu, tipe sedimen juga sangat menentukan keberadaan suatu jenis makrozoobentos.

Kata kunci : Struktur Komunitas, Makrozoobentos Epifauna, Kabupaten Pangkep.

ABSTRACT

RISNAWATI AZIS L011191004. "**Epifauna Macrozoobenthos Community Structure in Mangrove Ecosystems in Bulu Cindea Village, Bungoro District, Pangkep Regency**" supervised by **AMRAN SARU** as Main Advisor and **ANDI NIARTININGSIH** as Member Advisor.

Epifauna macrozoobenthos are macrozoobenthos that live on the surface of the bottom of the waters that move slowly over the surface of soft sediments or attach to hard substrates and are abundant in the intertidal areas. Macrozoobenthos was chosen as an environmental indicator because of its relatively sessile life with a relatively long life cycle. This research has 3 objectives including to: 1) identify the type of macrozoobenthic epifauna in the mangrove ecosystem area of Bulu Cindea Village; 2) Knowing the abundance, species composition and ecological index of macrozoobenthos; 3) Analyzing the relationship between environmental characteristics and the species composition of macrozoobenthic epifauna in the mangrove ecosystem area of Bulu Cindea Village. This research was conducted in March – July 2023 at the Mangrove Ecosystem of Bulu Cindea Village, Bungoro District, Pangkep Regency. Data collection was carried out at 5 stations based on different objects with 3 repetitions for each station. Analysis of the relationship between environmental characteristics and species composition of macrozoobenthos epifauna using the PCA analysis method (*Principal component analysis*) is a descriptive statistical method that aims to present data in the form of a two-dimensional graph whose results show that environmental characteristics greatly influence the composition of macrozoobenthos species including pH and salinity parameters. In addition, the type of sediment also determines the existence of a type of macrozoobenthos.

Keywords: Community Structure, Epifauna Macrozoobenthos, Pangkep Regency.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah serta kelancaran sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Struktur Komunitas Makrozoobentos Epifauna Pada Kawasan Ekosistem Mangrove Di Desa Bulu Cindea, Kecamatan Bungoro Kabupaten Pangkep**”. Skripsi ini disusun berdasarkan kajian pustaka yang telah dibaca dan hasil konsultasi dengan pembimbing. Skripsi ini juga menjadi syarat untuk lulus pada Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna dimana masih terdapat banyak kekurangan. Maka dari itu penulis mengharapkan saran maupun kritik yang bersifat membangun untuk menyempurnakan penelitian ini. Melalui skripsi ini, penulis ingin mengucapkan rasa terimakasih yang sebesar – besarnya sebagai bentuk penghargaan dan penghormatan kepada pihak – pihak yang telah memberikan bimbingan, bantuan, dukungan, serta doa selama melakukan penelitian dan penyelesaian skripsi, diantaranya:

1. Kedua orang tua tercinta Ayahanda Abd. Azis Naje dan ibunda Suaeba atas segala doa, bimbingan, semangat, bantuan moral dan moril serta limpahan kasih sayang yang tak henti selalu diberikan kepada penulis. Rasa terimakasih pula penulis ucapkan kepada saudari Darmiati Azis, Rosmiati Azis dan Rismawati Azis yang selalu memberi nasehat, semangat serta bimbingan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak **Dr. Ir. Amir Hamzah Muhiddin, M.Si** selaku penasehat akademik sekaligus dosen penguji I yang telah meluangkan waktunya serta sabar dalam memberikan nasehat serta arahan kepada penulis.
3. Bapak **Prof. Dr. Amran Saru, ST, M.Si** selaku pembimbing utama yang telah dengan ikhlas meluangkan waktu dan pikiran dalam memberikan arahan, bimbingan, bantuan serta motivasi kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
4. Ibu **Prof. Dr. Ir. Andi Niartiningih, MP** selaku pembimbing pendamping yang telah meluangkan waktunya dalam membantu penulis menyelesaikan dan memperbaiki skripsi ini.
5. Bapak **Hendra Hasim, S.kel, M.Si** selaku dosen penguji yang telah meluangkan waktunya dalam memberikan saran dan kritik dalam perbaikan skripsi sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.

6. Bapak **Safruddin, S.Pi., M.P., PH.D.** selaku Dekan Fakultas ilmu kelautan dan perikanan dan bapak Dr. Khairul Amri, ST, M.Sc.Stud. selaku ketua departemen ilmu kelautan, beserta seluruh staf dan pegawai terimakasih atas segala bantuan dan bimbingan kepada penulis selama masa studi hingga tahap penyelesaian studi.
7. Kepada sherly gracelia pangala, taskiah auliah putri ali, nurul muafiah, viola tantyo kusumaningrum, fahira amalia ilyas, Muhammad bagas, indra syukri, immanuel prayoga karoma lebang, Muhammad mahdar, yogandi ayub tadu yang telah meluangkan waktunya untuk membantu penulis dalam melakukan pengambilan data penelitian di kabupaten pangkep.
8. Kepada saudari seperjuangan penulis "NY. PUFF" yaitu fahira amalia ilyas, sherly gracelia pangala, zulkhaeratih, nurul muafiah, taskiah auliah putri ali, andi mahda kirana, ruth oppie dewanto, S.Kel, fadya dinda amara, nurul hidayah, wahyuni yang telah menemani penulis selama perkuliahan, memberikan suka cita, membantu dalam mengerjakan tugas, memberikan motivasi dan dukungan, serta doa. Terimakasih yang sebesar besarnya atas waktu, canda tawa dan kebahagiaan yang telah diberi selama perkuliahan, terimakasih selalu ada untuk penulis. Semoga segala kebaikan kalian dibalas berlipat ganda oleh Allah SWT, amin.
9. Kepada muh. Iqra zulvila yang selama ini telah banyak membantu penulis, memberikan semangat, motivasi serta dukungan moral dan moril, terimakasih banyak semoga segala kebaikannya dibalas oleh Allah SWT, amin.
10. Kepada seluruh teman – teman **MARIANAS 2019** yang telah memberikan semangat dan bantuan terhadap penyelesaian studi penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
11. Teman – teman KKNT PUPR MAROS GEL.108 posko 1 desa pattontongan, kecamatan mandai, kabupaten maros yang telah menjadi salah satu bagian dari perjalanan hidup penulis semasa kuliah.

Penulis sadar bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih banyak kekurangan karena masih terbatasnya pengalaman dan ilmu yang dimiliki. Akan tetapi penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi khalayak luas terutama bagi penulis sendiri.

Makassar, 2 Agustus 2023

Penulis,



Risnawati Azis

BIODATA PENULIS



Risnawati Azis, Anak keempat dari empat bersaudara lahir di Kassi tinambung pada tanggal 22 Februari 2001 dari pasangan Bapak **Abd. Azis Naje** dan ibunda **Suaeba**. Penulis memulai pendidikan jenjang kanak-kanak di TK Ar- Rahman Desa panaikang, kecamatan Minasatene, Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan pada tahun 2005 - 2007. Lalu melanjutkan pendidikan sekolah dasar di SD Negeri 30 Panaikang, Kecamatan Minasatene, Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan pada tahun 2007-2013. Kemudian melanjutkan pendidikan tingkat menengah pertama di SMPS Semen tonasa 1, Kecamatan Balocci, Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan pada tahun 2013- 2016. Selanjutnya, penulis melanjutkan pendidikan tingkat menengah atas di SMA Swasta Semen Tonasa, Kecamatan Balocci, Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan pada tahun 2016-2019. Hingga pada bulan Agustus 2019 penulis diterima sebagai mahasiswa Program Studi Ilmu Kelautan, Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin melalui Seleksi Jalur SNMPTN.

Selama masa studi, penulis pernah melakukan Praktik Magang di kantor cabang Dinas Kelautan Mamminasata Kecamatan Barombong, Kabupaten Gowa. Penulis telah menyelesaikan Kuliah Kerja Nyata Tematik PUPR Di Desa Pattontongan, Kecamatan Mandai, Kabupaten Maros, Sulawesi Selatan pada KKNT Gelombang 108 pada tanggal 29 Juni sampai 20 Agustus 2022. Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin. Penulis melakukan penelitian yang berjudul **“Struktur komunitas Makrozoobentos Epifauna pada Ekosistem Mangrove di Desa Bulu Cindea, Kecamatan Bungoro, Kabupaten Pangkep”** pada tahun 2023 dibawah bimbingan **Prof. Dr. Amran Saru, ST., M.si** selaku Pembimbing Utama dan **Prof. Dr. Ir. Andi Niartiningih, MP** selaku Pembimbing Pendamping.

DAFTAR ISI

| | |
|----------------------------------------------------|-------------|
| LEMBAR PENGESAHAN | ii |
| PERNYATAAN KEASLIAN | iii |
| PERNYATAAN AUTHORSHIP | iv |
| ABSTRAK | v |
| ABSTRACT | vi |
| KATA PENGANTAR | vii |
| BIODATA PENULIS | ix |
| DAFTAR ISI | x |
| DAFTAR TABEL | xii |
| DAFTAR GAMBAR | xiii |
| DAFTAR LAMPIRAN | xiv |
| I. PENDAHULUAN | 1 |
| A. Latar belakang..... | 1 |
| B. Tujuan dan kegunaan..... | 3 |
| II. TINJAUAN PUSTAKA | 4 |
| A. Makrozoobenthos..... | 4 |
| B. Ekosistem Mangrove..... | 15 |
| C. Asosiasi Makrozoobenthos dan Mangrove..... | 16 |
| D. Parameter Lingkungan | 17 |
| E. Indeks Ekologi | 19 |
| F. Struktur komunitas | 21 |
| G. <i>Principle Component Analysis (PCA)</i> | 22 |
| III. METODE PENELITIAN..... | 24 |
| A. Waktu dan Tempat..... | 24 |
| B. Alat dan Bahan | 24 |

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| C. Prosedur Penelitian..... | 25 |
| D. Pengolahan Data | 30 |
| E. Analisis Data..... | 33 |
| IV. HASIL | 34 |
| A. Gambaran Umum Lokasi..... | 34 |
| B. Parameter Lingkungan | 34 |
| C. Identifikasi jenis makrozoobentos epifauna | 35 |
| D. Kelimpahan, komposisi jenis dan indeks ekologi komunitas makrozoobentos epifauna..... | 36 |
| E. Analisis karakteristik lingkungan terhadap komposisi jenis makrozoobentos epifauna | 38 |
| V. PEMBAHASAN | 40 |
| A. Parameter lingkungan..... | 40 |
| B. Identifikasi jenis makrozoobentos epifauna | 42 |
| C. Kelimpahan, komposisi jenis dan indeks ekologi komunitas makrozoobentos epifauna..... | 42 |
| D. Analisis karakteristik lingkungan terhadap komposisi jenis makrozoobentos epifauna | 45 |
| VI. PENUTUP | 48 |
| A. Kesimpulan..... | 48 |
| B. Saran | 48 |
| DAFTAR PUSTAKA..... | 49 |
| LAMPIRAN..... | 55 |

DAFTAR TABEL

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 1. Kategori indeks keanekaragaman jenis | 20 |
| Tabel 2. Kategori indeks keseragaman jenis | 21 |
| Tabel 3. Kategori indeks Dominansi jenis | 21 |
| Tabel 4. Alat yang digunakan pada penelitian..... | 24 |
| Tabel 5. Bahan yang digunakan pada penelitian | 25 |
| Tabel 6. Penentuan lokasi stasiun..... | 26 |
| Tabel 7. Skala Wenworth pengelompokan jenis sedimen berdasarkan ukuran partikelnya (Bakri, 2018). | 29 |
| Tabel 8. Kriteria Konsentrasi BOT | 32 |
| Tabel 9. Hasil pengukuran parameter lingkungan | 35 |
| Tabel 10. Identifikasi jenis makrozoobentos epifauna yang ditemukan pada masing – masing stasiun penelitian..... | 35 |
| Tabel 11. Komposisi jenis makrozoobentos setiap stasiun | 37 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 1. Peta lokasi penelitian di kawasan mangrove Desa Bulu Cindea | 24 |
| Gambar 2. Skema transek pengamatan makrozoobentos epifauna pada ekosistem mangrove | 27 |
| Gambar 3. Kelimpahan jenis makrozoobentos epifauna | 36 |
| Gambar 4. Komposisi jenis makrozoobentos pada keseluruhan stasiun | 37 |
| Gambar 5. Nilai indeks ekologi makrozoobentos epifauna pada setiap stasiun. | 38 |
| Gambar 6. Analisis karakteristik lingkungan terhadap komposisi jenis makrozoobentos epifauna berdasarkan analisis PCA (<i>Principle Component Analysis</i>). | 39 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Lampiran 1. Pengukuran parameter lingkungan..... | 56 |
| Lampiran 2. Makrozoobentos..... | 56 |
| Lampiran 3. Data hasil analisis ukuran butir sedimen..... | 62 |
| Lampiran 4. Analisis karakteristik lingkungan terhadap komposisi jenis makrozoobentos epifauna..... | 67 |
| Lampiran 5. Dokumentasi..... | 68 |

I. PENDAHULUAN

A. Latar belakang

Indonesia merupakan negara kepulauan yang terdiri dari 17.508 pulau dengan garis pantai sepanjang 81.000 km (berkurang setelah Timor Timur lepas dari Indonesia) serta luas lautan sekitar 3,1 juta km² (0,3 juta km² perairan teritorial dan 2,8 juta km² perairan kepulauan), Indonesia memiliki potensi sumberdaya pesisir dan lautan yang sangat besar (Dahuri, 2001).

Mangrove adalah tanaman pepohonan atau komunitas tanaman yang hidup di antara laut dan daratan yang dipengaruhi oleh pasang surut. Ekosistem mangrove merupakan ekosistem yang kompleks terdiri atas flora dan fauna daerah pantai. Selain menyediakan keanekaragaman hayati (*biodiversity*), ekosistem mangrove juga sebagai plasma nutfah (*genetic pool*), dan memiliki tingkat kesuburan dan produktivitas paling tinggi serta menunjang keseluruhan sistem kehidupan di sekitarnya (Kartikasari, 2019). Oleh karena sifatnya tersebut, beberapa organisme seperti biota laut maupun darat yang hidup berasosiasi didalamnya termasuk salah satu diantaranya adalah makrozoobentos (Anugrah, 2021).

Makrozoobentos adalah hewan yang sebagian atau seluruh hidupnya berada di dasar perairan, baik yang menetap pada batang pohon mangrove, merayap ataupun hidup di bawah substrat perairan (Jannah, 2021). Makrozoobentos adalah organisme yang hidup di dasar perairan (epifauna) atau di dalam substrat dasar perairan (infauna) dengan ukuran lebih besar dari 1 mm. selain itu, makrozoobentos yang umum ditemui di kawasan mangrove Indonesia adalah makrozoobentos dari kelas Gastropoda, Malacostraca, Bivalvia, dan Polychaeta (Payung, 2017).

Makrozoobentos berperan penting dalam siklus rantai makanan, baik itu sebagai konsumen yang menjaga keseimbangan populasi maupun sebagai dekomposer yang merombak bahan organik menjadi lebih sederhana sehingga dapat dimanfaatkan oleh berbagai organisme (Irwan, 2022). Menurut Handayani *et al.*, (2001), makrozoobentos epifauna merupakan salah satu biota yang hidup di endapan dasar perairan yang berfungsi sebagai bioindikator perairan. Selain itu, makrozoobentos berperan sebagai dekomposer untuk memecah serasah yang ada di ekosistem mangrove (Muhammad *et al.*, 2017). Makrozoobentos dipilih sebagai indikator lingkungan karena hidupnya relatif menetap (sesile) dengan daur hidup yang relatif lama, kelimpahan dan keanekaragamannya tinggi, mempunyai kemampuan merespon kondisi lingkungan secara terus menerus mulai dari tingkat seluler sampai struktur komunitas, mudah dianalisa dan prosedur pengambilannya relatif mudah (Mason, 1991).

Pantai Biringkassi dengan panjang garis pantai sekitar 3500 meter, ditumbuhi hutan mangrove di sepanjang garis pantai dan muara sungai dengan ketebalan 10-50 meter. Mangrove tersebut umumnya adalah mangrove yang tumbuh secara alami dan hasil rehabilitasi. Secara keseluruhan luas area mangrove di Pantai Biringkassi sekitar 17,5 ha yang tumbuh pada garis pantai di beberapa desa berdasarkan data tahun 2009 (Saru *et al.*, 2009). Ekosistem Mangrove tepatnya di Desa Bulu Cindea, Kabupaten pangkep merupakan salah satu kawasan ekosistem yang dipengaruhi oleh aktivitas antropogenik. Aktifitas antropogenik seringkali dilakukan oleh manusia, baik secara langsung maupun tidak langsung yang kemudian hal tersebut akan berdampak pada keseimbangan ekosistem kawasan pesisir dimana hal tersebut akan memberikan pengaruh terhadap struktur komunitas suatu organisme maupun biota pada perairan yang hidup berasosiasi dengan ekosistem mangrove yaitu salah satunya adalah makrozoobenthos yang hidupnya berasosiasi dengan ekosistem mangrove.

Kawasan mangrove Desa Bulu Cindea yang terletak di Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan seiring dengan berjalannya waktu serta adanya eksploitasi pada daerah lingkungan sekitar kawasan mangrove berpotensi mengancam kehidupan biota diperairan dikarenakan adanya berbagai faktor seperti tingkat kesadaran masyarakat rendah dan pengaruh pembangunan untuk perluasan kota diantaranya Konversi lahan untuk budidaya perikanan (tambak), pemukiman, kawasan wisata, serta dermaga. Bengen (2008) menjelaskan bahwa kerusakan mangrove dikarenakan adanya fakta bahwa sebagian manusia dalam memenuhi keperluan hidupnya dengan mengintervensi ekosistem mangrove. Hal ini dapat dilihat dari adanya alih fungsi lahan (mangrove) oleh masyarakat untuk berbagai keperluan. Hal tersebut dikarenakan memang pada dasarnya hutan mangrove memiliki fungsi ekonomi antara lain sebagai penghasil keperluan rumah tangga, penghasil keperluan industri, dan penghasil bibit. Akan tetapi, hal tersebut dapat menimbulkan dampak ekologis akibat berkurang serta rusaknya ekosistem mangrove menjadi terganggu bahkan sampai hilangnya berbagai spesies flora dan fauna yang berasosiasi dengan ekosistem mangrove, yang dalam jangka panjang akan mengganggu keseimbangan ekosistem mangrove khususnya dan ekosistem pesisir umumnya.

Mengingat pentingnya fungsi kawasan hutan mangrove utamanya bagi keseimbangan ekologis serta tingkat produktivitas perairan, maka perlu dilakukan penelitian tentang struktur komunitas makrozoobenthos epifauna pada kawasan ekosistem mangrove di Desa Bulu Cindea, kecamatan bungoro, kabupaten pangkep guna untuk mengetahui tingkat kerusakan yang terjadi akibat kegiatan manusia yang dilakukan pada kawasan ekosistem mangrove tersebut.

B. Tujuan dan kegunaan

Tujuan penelitian ini adalah:

- a) Mengidentifikasi jenis makrozoobentos epifauna di kawasan ekosistem mangrove Desa Bulu Cindea.
- b) Mengetahui kelimpahan, komposisi jenis dan indeks ekologi makrozoobentos epifauna di kawasan ekosistem mangrove Desa Bulu Cindea.
- c) Menganalisis hubungan antara karakteristik lingkungan terhadap komposisi jenis makrozoobentos epifauna di kawasan ekosistem mangrove Desa Bulu Cindea.

Kegunaan penelitian ini adalah memberikan informasi mengenai struktur komunitas makrozoobentos (epifauna) pada kawasan ekosistem mangrove berdasarkan karakteristik lingkungan yang berbeda-beda serta kaitannya terhadap parameter lingkungan untuk kemudian menjadi bahan referensi dan sumber informasi bagi penelitian-penelitian selanjutnya.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Makrozoobenthos

1. Pengertian Bentos

Bentos merupakan hewan invertebrata yang hidup di dasar perairan, baik itu di permukaan atau di dalam substrat dengan kedalaman tertentu. Bentos hidup di daerah intertidal dengan kedalaman yang bervariasi (Sinyo & Idris, 2013). Bentos meliputi fitobentos (organisme nabati) dan zoobentos (organisme hewani) (Nasution *et al.*, 2017). Menurut Odum (1993) Bentos adalah organisme yang melekat atau beristirahat pada dasar atau hidup di dasar endapan atau dapat diartikan sebagai organisme yang hidup di dasar perairan, baik sesil maupun motil. Contoh bentos antara lain adalah gastropoda, bivalvia, dan beberapa crustacea, serta kelompok cacing, sedangkan Zoobentos adalah hewan yang melekat atau beristirahat pada dasar atau hidup di dasar endapan. Hewan ini merupakan organisme kunci dalam jaring makanan karena dalam sistem perairan berfungsi sebagai predator, suspension feeder, detritivor dan parasit

Bentos dibagi dalam tiga kelompok besar yaitu makrobentos, meiobentos, dan mikrobentos. Makrobentos adalah semua organisme bentos yang berukuran lebih besar dari 1,0 mm, seperti moluska. Meiobentos adalah semua organisme bentos yang berukuran antar 0,1 mm sampai 1,0 mm, seperti cnidaria. Mikrobentos adalah organisme bentos yang berukuran lebih kecil dari 0,1 mm. Makrozoobentos, terutama yang bersifat herbivor dan detritivor, dapat menghancurkan makrofit akuatik yang hidup maupun yang mati dan serasah yang masuk ke dalam perairan menjadi potongan-potongan yang lebih kecil, sehingga mempermudah mikroba untuk menguraikannya menjadi nutrisi bagi produsen perairan (Asriani dkk, 2013).

Makrozoobentos adalah organisme yang mendiami dasar perairan atau tinggal dalam sedimen dasar perairan. Organisme bentos mencakup organisme nabati yang disebut fitobentos dan organisme hewani yang disebut zoobentos. Makrozoobentos adalah organisme yang tersaring oleh saringan bertingkat pada ukuran 0,6 mm. Pada saat mencapai pertumbuhan maksimum, makrozoobentos akan berukuran >5 mm (Suparno dkk, 2018). Dwirastina (2016) juga mengatakan bahwa kelompok hewan ini mendiami dasar benthik dari wilayah batas tertinggi air pasang sampai pada daerah benthik laut dalam. Umumnya anggota-anggota makrozoobentos ini hidup dan berinteraksi baik dengan lingkungannya. Sebagian diantaranya mendiami daerah yang beresiko tinggi, yakni di daerah pasang surut.

Berdasarkan cara hidupnya, zoobentos dibedakan menjadi 2 kelompok, yaitu:

- a. Epifauna yaitu organisme bentik yang hidup dan berasosiasi dengan permukaan substrat/mendiami permukaan dasar perairan (Sugiarto et al., 2017). Epifauna merupakan bentos yang berasosiasi dengan permukaan padat atau keras dari suatu substrat seperti batu, akar, atau tanaman air (Dwirastina & Ditya, 2018)
- b. Infauna atau Endofauna yaitu organisme bentik yang hidup di dalam sedimen (substrat) dengan cara menggali lubang (Suparno dkk, 2018). Kelompok infauna ditemukan melimpah di daerah subtidal dan substrat lunak (Sugiarto et al., 2017). Hewan infauna banyak ditemukan pada kedalaman 2 cm dari permukaan substrat dan tidak terdapat pada kedalaman lebih dari 10 cm (Nurchayanto, 2012).

Perkembangan maksimum dari epifauna dijumpai di daerah pasang surut, tetapi dapat juga meluas di daerah yang lebih dalam. In-fauna mencapai perkembangan maksimum di daerah yang lebih dalam dari kelompok epifauna (Odum, 1971).

Berdasarkan ukurannya, zoobentos dibedakan menjadi 3 (Suparno dkk, 2018) yaitu:

- a. Mikrobentos adalah organisme bentos yang berukuran lebih kecil dari 0,1 mm seperti protozoa dan bakteri.
- b. Meiobentos adalah semua organisme bentos yang berukuran antar 0,1 mm sampai 1,0 mm, seperti cnidaria.
- c. Makrobentos adalah semua organisme bentos yang berukuran lebih besar dari 1,0 mm, seperti moluska, echinodermata, crustacea dan beberapa filum annelida.

Irawan dkk (2014) menjelaskan bahwa berdasarkan cara makannya, makrozoobentos terbagi atas 2 kelompok yaitu:

- a. *filter-feeder* yaitu hewan yang menyaring partikel-partikel detritus yang melayang-layang dalam perairan misalnya Balanus (Crustacea), Chaetopterus (Polychaeta) dan Crepidula (Gastropoda);
- b. *deposit-feeder* yaitu hewan bentos yang memakan partikel-partikel detritus yang telah mengendap di dasar perairan misalnya Terebella dan Amphitrite (Polychaeta), Tellina dan Arca (Bivalvia).

Berdasarkan pergerakannya, makrozoobentos dapat dibedakan menjadi 2 dalam (Sulphayrin et al., 2018) yaitu:

- a. (Bentos sesil), adalah kelompok hewan bentos yang hidupnya menetap seperti berbagai macam jenis kerang.
- b. (Motile), adalah hewan bentos yang hidupnya berpindah-pindah seperti bintang laut, kepiting dan lain-lain.

Makrozoobentos mempunyai peranan dalam proses mineralisasi dan pendaur ulangan bahan organik, serta menduduki beberapa posisi penting dalam rantai makanan (Lind, 1979). Keberadaan makrozoobentos bergantung pada populasi organisme dengan tingkatan lebih rendah pada rantai makanan. Kelimpahan dan keanekaragaman makrozoobentos dipengaruhi oleh tingkat toleransi dan sensitifitas terhadap kondisi lingkungan, dimana kisaran toleransinya berbeda-beda (Pelealu *et al.*, 2018). Makrozoobentos dapat bersifat toleran maupun sensitif terhadap perubahan lingkungan. Organisme yang kisaran toleransinya luas, maka penyebarannya juga akan luas, begitu pula sebaliknya, organisme yang kisaran toleransinya sempit atau sensitif, maka penyebarannya juga sempit (Dwirastina, 2013).

Faktor alami yang mempengaruhi keberadaan dan penyebaran Makrozoobentos adalah kecepatan arus, substrat dasar, suhu, oksigen terlarut, pH, kekeruhan, padatan tersuspensi, makanan, kompetisi, hubungan pemangsa dan penyakit (Hawkes, 1976).

2. Makrozoobentos Epifauna

Makrozoobentos epifauna adalah makrozoobentos yang hidup di permukaan dasar perairan yang bergerak dengan lambat di atas permukaan dari sedimen yang lunak atau menempel pada substrat yang keras dan melimpah di daerah intertidal. Makrozoobentos epifauna yaitu bentos yang hidupnya di permukaan dasar perairan atau menempel pada akar-akar mangrove, misalnya: Bivalvia, Gastropoda, Polichaeta (Nybakken, 1992).

Makrozoobenthos epifauna adalah salah satu organisme yang hidup berasosiasi dengan ekosistem mangrove. Organisme ini memegang peranan penting sebagai detritivor pada substrat mangrove sehingga komunitas makrozoobenthos epifauna dapat dijadikan sebagai indikator keseimbangan ekosistem mangrove. Kondisi habitat vegetasi mangrove yang meliputi komposisi dan kerapatan jenisnya akan menentukan karakteristik fisika dan kimia perairan yang selanjutnya akan menentukan struktur komunitas organisme yang berasosiasi dengan mangrove termasuk komunitas makrozoobenthos epifauna (Muliawan *et al.*, 2016).

3. Klasifikasi Makrozoobentos

Makrozoobentos epifauna terdiri dari 4 kelompok berdasarkan taksanya, diantaranya:

a. Filum Mollusca

Mollusca berasal dari bahasa latin yaitu molluscus yang artinya lunak. Jadi Filum Mollusca adalah kelompok hewan invretebrata yang memiliki tubuh lunak. Tubuh lunaknya itu dilindungi oleh cangkang, meskipun ada juga yang tidak bercangkang. Mollusca merupakan filum terbesar kedua dalam dunia hewan setelah Arthropoda yang termasuk kedalam kelompok hewan invertebrata. Tubuh Mollusca terdiri atas tiga bagian utama, yaitu kaki, massa viseral, dan mantel, dapat berupa cangkang atau cangkok (Sugiarti, 2005).

Anggota hewan ini mempunyai cangkang atau cangkok luar mengandung kapur (kalsium karbonat) yang dapat melindungi tubuhnya. Tetapi ada beberapa jenis yang tidak memiliki cangkok. Cangkok tersebut merupakan mantel, yaitu lapisan jaringan organ-organ viseral dan membentuk rongga mantel terletak pada insang atau paru-paru, lubang saluran pencernaan (Barnes, 1999).

Mollusca merupakan hewan yang bersifat heterotrof, mempunyai 2 alat kelamin dalam 1 tubuh (hermafrodit), dan berkembang biak dengan cara seksual. Sistem saraf Mollusca terdiri dari cincin saraf yang mengelilingi esofagus dan serabut saraf lainnya yang menyebar dari cincin tersebut ke berbagai organ. Sistem ekskresi Mollusca berupa Nefridia yang berperan mirip dengan ginjal yang mengeluarkan sisa metabolisme dalam bentuk cairan (Lumenta, 2017).

Ukuran tubuh Mollusca sangat bervariasi mulai dari beberapa millimeter hingga 18 meter dengan bentuk tubuh sangat bervariasi yang bersifat Simetri Bilateral. Molluska hidup di air laut, air tawar, payau, dan darat (Lumenta, 2017).

Filum ini dibagi menjadi 5 kelas yang di antaranya:

1) Kelas pelecipoda/Bivalvia

Kerang, tiram, termasuk dalam kelas ini. Hewan ini mempunyai dua buah cangkang yang melindungi tubuh (cangkang setangkup) dua bagian cangkang tersebut disatukan oleh suatu sendir elastis yang disebut *hinge* (Moore, 2006). Pelecypoda berbentuk simetri bilateral, tapi tidak dapat bergerak dengan cepat. Hewan ini bergerak dengan menjulur kan kaki otot yang besar melalui celah antara dua cangkang. Semua anggota kelas ini memperoleh makanan dengan menyaring makanan dari air yang masuk kedalam rongga mantel (Alimuddin Kusnadi, 2018).

Pelecypoda memiliki kaki berbentuk pipih seperti kapak yang dapat dijulurkan dan digunakan untuk melekat atau menggali pasir dan lumpur. Pelecypoda mampu melekat pada bebatuan, cangkang hewan lain, atau perahu karena mensekresikan zat perekat Bivalvia memakan hewan kecil seperti protozoa, plankton, dan sejenisnya. Sistem pencernaannya mulai dari mulut, esofagus pendek, lambung, usus, rektum dan

anus (terdapat pada saluran yang sama dengan saluran untuk keluarnya air). Memiliki insang berbentuk lembaran yang menyaring makanan dari air masuk ke rongga mantel melalui sifon, sehingga disebut juga Lamellibranchiata. Sistem saraf Pelecypoda terdiri dari tiga pasang ganglion (ganglion anterior, ganglion pedal, dan ganglion posterior) yang saling berhubungan, serta mempunyai alat keseimbangan yang disebut dengan statocis yang terletak dekat ganglion pedal (Lumenta, 2017).

2) Kelas Gastropoda

Gastropoda merupakan kelas yang terbesar dari moluska. Gastropoda berasal dari kata Gaster yang berarti perut, dan Podos yang berarti kaki. Gastropoda merupakan hewan bertubuh lunak dan menjadikan perut sebagai kakinya. Siput bercangkang dan siput tak bercangkang termasuk dalam kelas ini. Siput bercangkang tunggal dan spiral. Siput dewasa tidak menunjukkan simetri bilateral tetapi larvanya simetri bilateral. Gastropoda sering disebut dengan siput atau keong, meskipun sebenarnya memiliki anggota lain seperti limpet, abalon, dan nudibranchia. Gastropoda memiliki jumlah spesies sekitar 70.000, dan sebagian besar terdapat di laut (Piranto et al., 2019).

Gastropoda mempunyai lidah yang panjang dan sempit yang ditutupi deretan gigi kecil. Lidahnya disebut radula. Lendir pada bagian perut Gastropoda berfungsi untuk melindungi dan mempermudah dalam bergerak, bentuk tubuhnya simetri bilateral, memiliki radula, dan memiliki 2 buah tentakel di bagian kepala yang berfungsi sebagai alat indra penglihatan dan penciuman. Dapat hidup di darat, air laut, dan air tawar (Lumenta, 2017).

Hewan ini mempunyai kepala dan dua pasang tentakel. Pada ujung tentakel terdapat mata. Sebagian besar spesies gastropoda hidup di laut tetapi beberapa hidup di air tawar bahkan ada yang hidup di darat. Yang hidup di darat bernafas dengan paru-paru. Siput tak bercangkang dapat ditemukan di laut dan di darat. Warna siput darat sederhana namun siput tak bercangkang yang hidup di laut kebanyakan berwarna menyolok dan indah (Pennak, 1978).

Gastropoda merupakan salah satu hewan yang hidup di kawasan hutan mangrove, dimana keberadaan gastropoda didukung oleh faktor lingkungan salah satunya adalah suhu air, pH air, dan kelembaban tanah. Faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap keberadaan gastropoda di kawasan mangrove yaitu suhu air kisaran antara 30,2 – 30,8 °C, pH air kisaran antara 6,6 – 7, sedangkan kelembaban tanah yaitu kisaran antara 5-5,8. Tipe substrat tanah lumpur berpasir merupakan habitat dari kebanyakan gastropoda di kawasan hutan mangrove, tetapi terdapat juga gastropoda yang menempel pada pohon mangrove. Gastropoda adalah salah satu

hewan invertebrata yang ditemukan di kawasan hutan mangrove walaupun tidak semua kelas gastropoda hidup pada ekosistem hutan mangrove. Oleh karena itu, Kelas gastropoda keberadaannya dapat dijadikan sebagai indikator ekologi untuk mengetahui kondisi ekosistem (Irnawanti, 2016).

3) Kelas Amphineura

Amphineura merupakan Mollusca primitif dengan 8 cangkang dari zat kapur yang tersusun di bagian atas tubuhnya. Hewan ini terdapat di laut dan biasanya menempel di bebatuan. Amphineura bernafas menggunakan insang. Sistem pencernaannya mulai dari mulut hingga anus (Lumenta, 2017).

Tubuhnya memanjang seperti elips dengan bagian kepala tereduksi, bilateral simetri, mempunyai radula, bagian dorsal tubuhnya terdiri atas delapan segmen, kakinya pipih dan terletak di permukaan ventral, sistem saraf terdiri atas cincin saraf yang mengelilingi mulut dengan dua pasang jala saraf yang menuju ke bagian ventral, jenis kelamin terpisah, larvanya disebut trochopora (Irnawanti, 2016).

Contoh hewan yang termasuk kelas ini adalah Chilton dan Neopilina. Chilton mirip siput tak bercangkang hidup di daerah pantai cangkangnya terdiri dari beberapa (biasanya delapan lempengan yang tersusun secara tumpang tindih). Meskipun kelihatannya beruas-ruas tetapi organ dalamnya tidak. Neopilina disebut fosil hidup karena sebelum ditemukan pada tahun 1957 hewan ini dianggap sudah punah sejak jutaan tahun yang lalu. Moluska ini sangat menarik perhatian karena di samping memiliki sifat-sifat moluska bagian dalamnya beruas-ruas (Pennak, 1978).

4. Kelas Scaphopoda

Scaphopoda merupakan kelas terkecil dari moluska. Hewan ini mempunyai kebiasaan membenamkan diri di pasir pantai. Habitat scaphopoda hidup dan membenamkan diri pada substrat pasir atau lumpur yang bersih di laut dangkal. Beberapa spesies terdapat pada kedalaman 1.850 m (Pennak, 1978).

Scaphopoda merupakan kelompok hewan yang memiliki cangkang berbentuk tajam menyerupai taring atau terompet yang di bagian ujungnya terdapat lubang untuk beradaptasi pada habitatnya, berkaki kecil (Lumenta, 2017). Kelas ini meliputi remis, tiram dan bangsa kepah lainnya. Habitatnya di air tawar dan di laut. Beberapa jenis membenamkan diri di pasir atau lumpur, ada juga yang bergerak pelan atau menempel pada objek tertentu. Kelas ini terdiri atas lebih dari 7.000 spesies yang tersebar luas di seluruh dunia (Irnawanti, 2016).

5. Kelas Chepalopoda

Kelas ini meliputi cumi-cumi, sotong, Nautilus (satu-satunya kelas Chepalopoda yang mempunyai cangkang luar), Octopus (gurita) mempunyai ukuran besar. Struktur tubuhnya beradaptasi terhadap kehidupan yang dapat berenang bebas. Hewan ini mempunyai kepala yang besar dan bermata sangat tajam. Pada kepala terdapat tangan-tangan (delapan pada gurita dan sepuluh pada cumi-cumi) yang berguna untuk pergerakan dan mencari mangsa. Mata cephalophoda dapat melihat dan berfungsi seperti vertebrata. Hanya Nautilus lah yang bercangkang. Cangkang cumi-cumi kecil berupa lempengan yang melekat pada mantel sedangkan gurita tidak bercangkang (Irnawanti, 2016).

Cephalophoda merupakan anggota dari moluska. Cephalophoda juga termasuk hewan terbesar dari semua invertebrata. Pernah ditemukan gurita sepanjang 28 kaki dan cumi-cumi sepanjang 50 kaki. Cumi-cumi dapat bergerak sangat cepat dengan cara menyembrotkan air dari bawah mantelnya. Bila dalam bahaya cumi-cumi melarikan diri sambil menyembrotkan tinta berwarna hitam bersama-sama dengan air yang digunakan untuk bergerak dan cairan ini akan menghambat lawan. Gurita dan cumi-cumi dapat dimakan (Alimuddin, 2018).

b. Filum Cnidaria

Cnidaria adalah salah satu filum dari hewan invertebrata, hewan ini dimanakan cnidaria karena tubuhnya terdapat cnidosit yaitu sel-sel penyengat (Fadila, 2021). Cnidaria termasuk ke dalam hewan yang memiliki simetri radial. Hewan radial hanya memiliki bagian dorsal (atas) dan bagian ventral (bawah) atau bagian oral (mulut) dan bagian aboral, tapi tidak ada bagian anterior (kepala) dan posterior (ekor). umumnya berukuran besar, tubuhnya terdiri dari 2 lapis sel (bagian luar yang disebut ektoderma dan bagian dalam disebut endoderma) (Romimohtarto & Juwana, 2001).

Cnidaria juga disebut coelenterata karena mempunyai rongga besar di tengah-tengah tubuh. Coelenterata berasal dari kata coilos (berongga) dan enteron (usus). Jadi, semua hewan yang termasuk filum ini mempunyai rongga usus (gastrovaskuler) yang berfungsi untuk pencernaan (Alimuddin Kusnadi, 2018). sel saraf multipolar yang menyebar ke segala arah. Filum Cnidaria terbagi menjadi 4 kelas, yaitu Hydrozoa, Anthozoa, Cubozoa, dan Scyphozoa (Moore, 2006).

c. Filum Arthropoda

Arthropoda merupakan hewan bersegmen yang memiliki eksoskeleton atau kutikula luar yang keras dan tidak fleksibel pada sebagian besar tubuh, tapi fleksibel pada daerah persendiaan. Otot-otot arthropoda melekat pada kutikula tersebut.

Segmen tubuh sering dikelompokkan menjadi beberapa bagian yang dinamakan tagmata (tunggal : tagma), misalnya kepala, dada, dan perut. (Moore, 2006).

Pada bagian kepala (cephalin) dan dada (thorax) Crustacea bersatu yang disebut (cephalothorax), bagian abdomen (perut) keras karena terbuat dari zat kitin yang berlendir. Pada cephalothorax terdapat 5 pasang kaki besar untuk berjalan dengan 1 pasang kaki pertama yang ukurannya lebih besar disebut dengan keliped, di bagian abdomen terdapat 5 pasang kaki kecil sebagai alat renang. Crustacea terdiri dari udang, kepiting, lobster, dan teritip. Memiliki 2 pasang antenna (sepasang antena panjang dan sepasang antena pendek) di depan cephalothorax, memiliki 1 pasang mandibular (rahang pertama) dan 2 pasang maxilla (rahang kedua) (Hibberd & Moore, 2009).

Cephalothoraxnya ditutupi karapak dan mempunyai duri di ujung depan yang disebut rostrum, umumnya merupakan karnivor tetapi ada juga yang omnivor. Peredaran darah Crustacea merupakan peredaran darah terbuka, bernafas menggunakan insang, pada sistem saraf terdapat pengumpulan dan pengaturan ganglia, dimana dari ganglia ke luar melalui saraf-saraf menuju tepi (Romimohtarto & Juwana, 2001).

secara umum Arthropoda dibagi menjadi 4 kelas, yaitu Crustacea, Myriapoda, Arachnida, dan Insecta (Moore, 2006).

1. Kelas Crustacea

Ciri-ciri kelas ini adalah memiliki tubuh dimana bagian kepala dan dadanya bersatu (Sefalotorak) sedangkan bagian perutnya (abdomen) keras karena terbuat dari zat kitin yang berlendir. Di bagian sefalotorak terdapat 5 pasang kaki yang besar digunakan untuk bersajalan, sepasang kaki yang bertama ukurannya lebih besar disebut keliped. Sementara itu di abdomennya terdapat 5 pasang kaki yang kecil kegunaannya untuk alat renang. Di bagian depan sephalotoraks terdapat sepasang antena yang panjang sen sepasang antena pendek. Terdapat 2 jenis crustacea yaitu Entomostraca (microcrustacea) dan Malacostraca (macrocrustacea) Contoh entomostraca Daphnia sp, cyclops Contoh Malacostraca Pinnaeus monodon (udang windu), cancer sp (kepiting), Panulirus sp (lobster) (Nybakken, 1992).

2. Kelas Myriapoda

Ciri ciri kelas ini adalah terdapat banyak segmen di tubuhnya bahkan dapat mencapai 100 hingga 200 ruas. Bagian tubuhnya terdapat kepala yang kecil pada ruas pertama, sedangkan perutnya pada terletak pada setiap ruas dan terdapat sepasang atau 2 pasang kaki. Kelas ini hidup di darat dan menggunakan paru – paru buku untuk

bernafas. Di kepalanya terdapat sepasang mandibula, dan dua pasang maksila (Wilhm, 1975).

3. Kelas Arachnida

Ciri ciri kelas ini adalah memiliki bagian kepala dan dada yang menyatu (sefalotorak) dan bagian perut (abdomen) yang bulat. Bagian kepalanya kecil, tidak memiliki antena dan memiliki mata tunggal. Tempat hidupnya di darat, dan bernafas menggunakan paru-paru buku. Memiliki kaki 4 pasang yang terletak di sefalotorak. Pada bagian sefalotoraks terdapat sepasang kelisera yang beracun dan sepasang palpus. Di bagian ujung posterior abdomen dan sebelah ventral anus terdapat sutera ia bermuara pada alat yang mirip dengan pembuluh disebut spinneret. Ia hanya makan dari cairan hewan lain yang diisap menggunakan mulut dan esofagus. Jenis kelaminnya terpisah dan melakukan fertilisasi secara internal. Setelah terbentuk telur ia akan diletakkan di dalam kokon sutera untuk dibawa kemana-mana oleh hewan betina (Alimuddin Kusnadi, 2018).

4. Kelas Insecta

Di bumi ini terdapat lebih dari 1 juta spesies yang merupakan insect. Di dalam filum arthropoda kelas insecta memiliki anggota terbesar dan bahkan ia menjadi bagian terbesar dari filum animalia. Tubuhnya terdiri dari 3 bagian yaitu kepala, dada dan perut serta terdapat mata tunggal dan mata majemuk di kepalanya. Pada bagian dada terbagi menjadi 3 ruas yaitu protoraks, mesotorak, dan metatoraks. Kemudian kaki dan sayap terletak di bagian dada. kelas ini memiliki 3 pasang kaki serta sayap sepasang atau 2 pasang, beberapa insecta ditemukan tidak bersayap. Adapun habitat insecta Ada yang hidup di darat, air tawar dan di laut. Ukuran tubuhnya beragam mulai dari paling kecil beberapa mm dan sampai yang besar berukuran beberapa cm. tipe mulutnya beragam ada yang menghisap, menusuk mengisap serta ada yang mengunyah. Mengalami metamorfosis sempurna maupun tidak sempurna. Sistem peredaran darahnya terbuka dimana darah tidak memiliki pigmen sehingga fungsinya hanya untuk mengedarkan zat makana saja. Peredaran dan mengnakutan gas O₂ dan CO₂ menggunakan trakea (Wilhm, 1975).

d. Filum Echinodermata

Filum echinodermata merupakan golongan hewan invertebrata yang berkulit duri. Echinodermata berasal dari kata echinos yang berarti berduri dan derma berarti kulit. Hal ini di sebabkakan karena adanya rangka di dalam yang berhubungan dengan duriduri. Sehingga permukaan tubuhnya seperti berduri. Echinodermata merupakan

satu-satunya filum dalam dunia binatang dimana anggotanya tidak ada yang hidup parasit (Soewignyo, 1989). . Susunan tubuh Echinodermata simetrik radial, skeletannya terbentuk dari CaCO₃. Echinodermata mampu melakukan autotomi serta regenerasi bagian tubuh yang putus, rusak, atau hilang, tidak ada segmentasi, serta merupakan penghuni perairan dangkal (Romimohtarto & Juwana, 2001).

Echinodermata memiliki ukuran yang bervariasi, termasuk hewan epifauna, tidak bersegmen, memiliki sistem vaskular air yang mengangkut air laut di dalam tubuh dan membawanya ke kaki tabung. Kaki tabung berfungsi dalam pernafasan, mengumpulkan makanan, penggerak, dan alat sensor. Sisa makanan dan sisa metabolisme diangkut oleh sistem vaskular air. Mulutnya terletak di bagian atas. Adapun yang termasuk dalam golongan ini antara lain adalah teripang laut, bintang laut, bintang ular laut, bulu babi dan lili laut. Echinodermata (Moore, 2006).

Filum echinodermata dibagi menjadi 4 kelas, yaitu :

1. Kelas Holothuroidea (teripang laut)

mempunyai bentuk tubuh yang bervariasi mulai dari bulat sampai memanjang dan pipih atau selinderis dengan panjang tubuhnya 10–30cm, dengan mulut pada salah satu ujung dan dubur pada ujung lainnya (Nontji, 2002).

Holothuroidea memiliki dinding tubuh yang berotot dengan sedikit tulang belakang, tidak memiliki duri, berjenis kelamin tunggal, dan pernafasan dilakukan dengan cara usus mengambil oksigen dari air laut yang disedot ke dalam tubuh melalui anus. Holothuroidea memiliki kaki tabung bukal yang berada di dekat mulut yang digunakan untuk mengumpulkan makanan dari pasir, kaki tabung di bagian ventral digunakan untuk bergerak atau dapat bergerak menggeliat seperti cacing, namun pergerakannya lambat. Ketika merasa terancam oleh predator, holothuroidea dapat melumpuhkan predator dengan mengeluarkan lendir atau memutuskan organ dalam dan meninggalkannya di tempat predator, sedangkan sisa dari holothuroidea melarikan diri dan beregenerasi (Moore, 2006).

2. Kelas Asteroidea (bintang laut)

Asteroidea memiliki bentuk tubuh menyerupai bintang dengan 5 lengan atau lebih. Bintang laut merupakan hewan epifauna yang biasa dijumpai di dasar perairan di daerah lamun dan terumbu karang, serta di daerah pasang surut dengan substrat berpasir hingga pasir berbatu (Romimohtarto & Juwana, 2001). Asteroidea memiliki 2000 spesies, ukuran tubuhnya bervariasi mulai dari 10 mm hingga 1 meter, dan merupakan predator atau bintang pemakan bangkai. Beberapa bintang laut makan dengan cara menghisap mangsa ke dalam mulut. Bintang laut predator harus bergerak

dengan arah tertentu dari satu tempat ke tempat lainnya. Salah satu dari kelima lengan bintang laut dapat memimpin arah, dan sisanya mengikuti/bekerja sama (Moore, 2006).

3. Kelas Echinoidea (bulu babi)

Umumnya hewan-hewan yang termasuk dalam filum echynodermata dapat dijumpai didaerah pantai terutama di daerah terumbu karang dan padang lamun. dapat ditemukan pula pada daerah berpasir atau berkarang sampai kedalaman 500 m (Soewignyo, 1989). Hewan yang termasuk dalam kelas Echinoidea, antara lain bulu babi, dolar pasir, dan heart urchin. Tubuh Echinoidea bulat tanpa lengan, memiliki duri yang menutupi tubuh, dan tubuh terbungkus cangkang (Romimohtarto & Juwana, 2001).

Echinoidea sering disebut landak laut karena memiliki duri-duri atau spina panjang yang dapat digerakkan dan menutupi seluruh tubuh. Duri tersebut terbentuk dari kristal CaCO_3 . Terdapat 2 macam duri pada Echinoidea, yaitu duri utama yang panjang dan duri sekunder yang pendek. Anus, lubang genital, dan madreporit yang berfungsi sebagai tempat keluar masuknya air terdapat di sisi aboral. Sedangkan pada sisi oral terdapat mulut yang dilengkapi dengan 5 gigi tajam (Hesdianti, 2011).

4. Kelas Ophiuroidea (bintang mengular)

Bintang mengular memiliki tubuh seperti bola cakram kecil, serta lengan panjang fleksibel yang dapat bergerak. Lengan-lengan tersebut berfungsi menangkap makanan, bergerak dengan 2 lengan di masing-masing sisi mengayun ke belakang (Moore, 2006). Mereka berjalan di dasar laut dengan menggunakan lengan fleksibel mereka untuk bergerak. Bintang ular umumnya memiliki lima lengan berbentuk seperti cambuk yang panjangnya bisa mencapai 60 cm (2 kaki) pada spesimen terbesar. Ada sekitar 1.500 spesies bintang ular yang hidup sekarang, dan mereka kebanyakan ditemukan pada kedalaman lebih dari 500 meter (1.620 kaki) (Alimuddin Kusnadi, 2018).

Tubuh bagian tengah Ophiuroidea memiliki cangkang keras berkapur dan duri-duri, memiliki duri pada bagian lateral (samping), bagian dorsal (punggung) dan ventral (bawah) tidak berduri, tidak memiliki celah amburakral, memiliki kaki tabung tanpa penghisap yang berfungsi sebagai alat sensor dan membantu dalam proses respirasi, mulut berada di pusat tubuh dan dikelilingi 5 lempeng kapur yang berfungsi sebagai rahang, tidak memiliki pediselaria dan anus (Lumenta, 2017).

B. Ekosistem Mangrove

Menurut Nybakken (1992), hutan mangrove adalah sebutan umum yang digunakan untuk menggambarkan suatu varietas komunitas pantai tropik yang didominasi oleh beberapa spesies pohon-pohon yang khas atau semak-semak yang mempunyai kemampuan untuk tumbuh dalam perairan asin. Hutan mangrove meliputi pohon-pohon dan semak yang tergolong ke dalam 8 famili, dan terdiri atas 12 genera tumbuhan berbunga : *Avicennia*, *Sonneratia*, *Rhizophora*, *Bruguiera*, *Ceriops*, *Xylocarpus*, *Lumnitzera*, *Laguncularia*, *Aegiceras*, *Aegiatilis*, *Suaeda*, dan *Conocarpus* (Bengen, 2002).

Di Indonesia, perkembangan hutan mangrove terjadi di daerah pantai yang terlindung dan di muara-muara sungai. Hutan mangrove tumbuh hampir di seluruh provinsi di Indonesia, dengan luas kawasan yang berbeda. Wilayah hutan mangrove paling luas terdapat di Irian Jaya, Kalimantan Timur, Sumatra Selatan, Riau dan Maluku. Tahun 1982, luas hutan mangrove Indonesia diperkirakan sekitar 4,25 juta hektar, khususnya di sepanjang pesisir Indonesia (FAO, 1982).

Hutan mangrove tumbuh di sepanjang pantai atau muara sungai, serta dipengaruhi oleh pasang surut air laut. Mangrove dapat tumbuh secara optimal di wilayah pesisir yang delta aliran airnya banyak mengandung lumpur sebagai substrat pertumbuhan mangrove, serta daerah muara sungai besar. Pertumbuhan mangrove secara umum mengikuti pola zonasi yang berkaitan dengan faktor lingkungan (misalnya tipe tanah, salinitas, pengaruh pasang surut, serta keterbukaan terhadap hempasan gelombang) (Siegers, 2013).

Ekosistem hutan mangrove dapat dibedakan dalam tiga tipe utama yaitu bentuk pantai/delta, bentuk muara sungai/laguna dan bentuk pulau. Ketiga tipe tersebut semuanya terwakili di Indonesia. Menurut Khazali (2005) dalam Majid et. al, (2016), kondisi pantai yang baik untuk ditumbuhi vegetasi hutan mangrove adalah pantai yang mempunyai sifat-sifat; air tenang/ombak tidak besar, air payau, mengandung endapan lumpur dan lereng endapan tidak lebih dari 0,25 - 0,50%. Mangrove dapat tumbuh pada berbagai macam substrat contoh tanah berpasir, tanah lumpur, lempung, tanah berbatu dan sebagainya. Mangrove tumbuh pada berbagai jenis substrat yang bergantung pada proses pertukaran air untuk memelihara pertumbuhan mangrove. Secara umum hutan mangrove dan ekosistemnya cukup tahan terhadap berbagai gangguan dan tekanan lingkungan. Namun demikian, mangrove tersebut sangat peka terhadap pengendapan atau sedimentasi, tinggi rata-rata permukaan air, pencucian serta tumpahan minyak.

Ekosistem mangrove berfungsi sebagai daerah untuk mencari makan, tempat pengasuhan, tempat pemijahan bagi biota laut (Siegers, 2013), menjaga kestabilan garis pantai, melindungi pantai dari erosi (abrasi), peredam badai dan gelombang, dan perangkap sedimen. Jika ekosistem mangrove mengalami kerusakan maka keberadaan organisme yang hidup di daerah mangrove (seperti makrozoobentos) akan menurun (Piranto et al., 2019).

C. Asosiasi Makrozoobentos dan Mangrove

Nontji (2002), menyatakan bahwa sumbangan terpenting hutan mangrove terhadap ekosistem ialah melalui luruhan daunnya yang gugur berjatuh ke dalam air. Daun-daun yang banyak mengandung unsur hara tersebut tidak langsung mengalami pelapukan atau pembusukan oleh mikroorganisme, tetapi memerlukan bantuan hewan-hewan yang disebut makrozoobentos (Arief, 2003).

Selanjutnya dijelaskan pula oleh Arief (2003) bahwa makrozoobentos memiliki peranan yang sangat besar dalam penyediaan hara bagi pertumbuhan dan perkembangan pohon-pohon mangrove dan bagi makrozoobentos itu sendiri. Makrozoobentos berperan sebagai decomposer awal yang bekerja dengan cara mencacah-cacah daun-daun menjadi bagian-bagian kecil, yang kemudian akan dilanjutkan oleh organisme yang lebih kecil, yakni mikroorganisme. Pada umumnya keberadaan makrozoobentos mempercepat proses dekomposisi.

Makrozoobentos yang terus menerus berinteraksi dengan mangrove dan sedimen yang dibawa arus menuju lautan merupakan salah satu indikator penting dalam menganalisa sejauh mana peranan mangrove dalam menetralkan keadaan ekosistem disekitarnya (Kasmini, 2014). Aspek biologis hutan mangrove sangat penting untuk tetap menjaga kestabilan produktivitas dan ketersediaan sumber daya hayati wilayah pesisir. Hal ini mengingat karena hutan mangrove juga merupakan daerah asuhan (*nursery ground*) dan pemijahan (*spawning ground*) beberapa perairan seperti udang, ikan dan kerang-kerangan. Beberapa

Cacing maupun kepiting dan sebangsanya pada umumnya senang memanfaatkan sisa-sisa tumbuhan yang sudah tidak berfungsi, misalnya daun, ranting, bunga, kulit, batang dan akar. Mereka memakan daun-daun yang berguguran sehingga sesungguhnya sebagian besar daun-daun tersebut tidak mengalami proses pembusukan seperti biasanya, melainkan mengalami pembusukan sebagai hasil ekskresi (McNae, 1978).

D. Parameter Lingkungan

1. Suhu

Suhu sangat berperan dalam mengendalikan kondisi ekosistem suatu perairan. Suhu juga mengatur proses kehidupan dan penyebaran organisme (Nybakken, 1992). Aktivitas metabolisme serta penyebaran organisme air banyak dipengaruhi oleh suhu air. Suhu juga sangat berpengaruh terhadap kehidupan dan pertumbuhan biota air, suhu pada badan air dipengaruhi oleh musim, lintang, waktu dalam hari, sirkulasi udara, penutupan awan dan aliran serta kedalaman air (Nonji, 2005).

suhu suatu perairan sangat berkaitan dengan kualitas perairan, jika suhu semakin tinggi maka semakin menurun kualitas dari suatu perairan yang diakibatkan oleh kandungan oksigen terlarut (DO) yang semakin rendah (Kurnianto, 2019). Suhu dapat berperan sebagai faktor pembatas utama bagi banyak makhluk hidup dalam mengatur proses fisiologinya disamping faktor lingkungan lainnya (Setiawan, 2009). Organisme akuatik memiliki kisaran suhu tertentu yang disukai bagi pertumbuhannya. Makin tinggi kenaikan suhu air, maka makin sedikit oksigen yang terkandung di dalamnya. Suhu yang berbahaya bagi makrozoobenthos adalah yang $\pm 35^{\circ}\text{C}$ (Marpaung, 2013).

2. pH (Derajat Keasaman)

Nilai pH (power of Hydrogen) adalah nilai dari hasil pengukuran ion Hidrogen (H^+) di dalam air. Semakin banyak kandungan ion Hidrogen dalam air akan menyebabkan sifat air semakin asam, dan sebaliknya akan bersifat basa. Umumnya, air laut bersifat basa sekitar 8,0 dan air payau relatif kurang dari 8,0. Perairan dengan pH yang terlalu tinggi atau rendah akan mempengaruhi ketahanan hidup organisme yang hidup didalamnya (Riswan, 2016). Hal ini didukung oleh Effendi, (2003) yang menyatakan jika nilai pH berada dibawah ambang batas tersebut maka akan terjadi penurunan kelimpahan benthos.

Menurut Lesmana (2002) dalam Anugrah (2021) menambahkan bahwa sebagian besar biota akuatik sensitive terhadap perubahan pH dan menyukai nilai pH sekitar 7–8,5. Habitat makrozoobenthos epifauna di suatu perairan memiliki kisaran pH yang berbeda beda, seperti Gastropoda lebih banyak ditemukan pada perairan dengan pH di atas 7. Nilai pH di perairan yang berkisar antara 6,5–8,5 masih cukup baik dalam mendukung kehidupan biota yang ada di dalamnya.

3. Salinitas

Salinitas adalah konsentrasi seluruh larutan garam yang diperoleh dalam air laut, dimana salinitas air berpengaruh terhadap tekanan osmotik air, semakin tinggi salinitas maka akan semakin besar pula tekanan. Perbedaan salinitas perairan dapat terjadi karena adanya perbedaan penguapan dan presipitasi (Hamuna *et al.*, 2018). Salinitas dapat mempengaruhi penyebaran organisme bentos baik secara Horizontal, maupun vertikal. Secara tidak langsung mengakibatkan adanya perubahan komposisi organisme dalam suatu ekosistem (Odum, 1993). Perubahan salinitas sangat berpengaruh terhadap perkembangan beberapa jenis makrozoobentos, sejak larva sampai dewasa. Adanya masukan air sungai (hujan) akan menurunkan kadar salinitas, yang menyebabkan kematian beberapa jenis makrozoobentos (Arief, 2003).

Menurut Mudjiman (1981) dalam Anugrah (2021) menyatakan bahwa kisaran salinitas yang dianggap layak bagi kehidupan makrozoobentos berkisar 15-45 ppt. Oksigen terlarut sangat penting untuk menunjang kehidupan organisme air, khususnya makrozoobentos dalam proses respirasi dan dekomposisi bahan organik (Setiawan, 2008). Tanpa adanya oksigen terlarut dalam tingkat konsentrasi tertentu banyak jenis organisme perairan tidak dapat bertahan hidup. Untuk mempertahankan hidupnya, organisme seperti makrozoobentos hidup bergantung pada oksigen yang terlarut ini, kadar oksigen terlarut ini dijadikan ukuran untuk menentukan kualitas air. Dengan terjadinya peningkatan temperatur akan menyebabkan konsentrasi oksigen menurun dan sebaliknya suhu yang rendah akan meningkatkan konsentrasi oksigen terlarut (Barus, 2004).

Menurut Barus (2004), kisaran toleransi makrozoobentos terhadap oksigen terlarut berbeda. Kehidupan air dapat bertahan jika ada oksigen terlarut minimum 5 ppm atau 5 mg/L (5 part per million / 5 mg oksigen untuk setiap liter air), serta selebihnya tergantung pada ketahanan organisme, derajat keaktifan, kehadiran pencemaran, temperature, dan sebaliknya (Sastrawijaya, 2000).

4. BOT

Bahan Organik Total (BOT) suatu perairan terdiri dari bahan organik terlarut, tersuspensi, dan koloid. Kandungan bahan organik dapat menentukan kualitas suatu perairan. Kandungan bahan organik pada sedimen perairan berasal dari pecahan batuan, potongan-potongan kulit, serta sisa rangka organisme laut atau detritus organik daratan yang terendap di dasar laut untuk waktu yang cukup lama (Sari, 2014).

Kandungan bahan organik berkaitan dengan ukuran butir sedimen. Umumnya sedimen kasar memiliki lebih sedikit bahan organik dibandingkan sedimen halus. Semakin halus sedimen, maka kemampuan mengikat bahan organik juga semakin besar, begitu pula sebaliknya, kemampuan sedimen kasar untuk mengikat bahan

organik kurang (Kinasih et al., 2015). Standar bahan organik total yang diperbolehkan agar organisme dapat hidup berkisar 0,68-17ppm (Ukkas, 2009).

5. Substrat (Sedimen)

Substrat sangat penting bagi organisme yang hidup didasar perairan, baik pada air yang diam maupun air mengalir. Substrat dapat digolongkan atas substrat lumpur, substrat lumpur berpasir, dan substrat pasir. Pada umumnya substrat dasar yang berlumpur lebih disenangi oleh bentos dari pada dasar yang berupa pasir (Riswan, 2016).

Jenis substrat berkaitan dengan kandungan oksigen dan ketersediaan nutrisi dalam sedimen. Pada jenis substrat berpasir kandungan oksigen relatif lebih besar dibandingkan dengan substrat yang halus, karena pada substrat berpasir terdapat pori udara yang memungkinkan terjadinya pencampuran yang lebih intensif dengan air di atasnya, namun demikian nutrisi tidak banyak terdapat dalam substrat berpasir. Sebaliknya pada substrat yang halus, oksigen tidak begitu banyak tetapi biasanya nutrisi tersedia dalam jumlah yang cukup besar (Siregar, 1997). Substrat lumpur dan pasir merupakan habitat yang paling disukai makrozoobentos, selanjutnya Lind (1979) menyatakan bahwa hewan bentos lebih menyukai dasar perairan dengan substrat lumpur, pasir, kerikil dan substrat sampah. Bentos tidak menyukai dasar perairan berupa batuan, tetapi jika dasar batuan tersebut memiliki bahan organik yang tinggi, maka habitat tersebut akan kaya akan hewan bentos (Nichol, 1981 dalam Sudarja, 1987).

Substrat liat banyak menekan perkembangan dan kehidupan makrozoobentos, karena partikel-partikel liat sulit ditembus oleh makrozoobentos untuk melakukan aktivitas kehidupannya. Kehidupan makrozoobentos pada tipe tanah liat, terutama moluska, terdapat dalam jumlah sedikit, disamping itu liat juga miskin unsur hara karena kegiatan dekomposer sedikit dan dengan demikian tidak mampu menyumbang hasil dekomposisi bahan organik (Arief, 2003).

E. Indeks Ekologi

1. Indeks Keanekaragaman

Nilai indeks keanekaragaman dapat menunjukkan keseimbangan atau sedikit banyaknya keanekaragaman spesies suatu organisme. Jika semua individu suatu komunitas berasal dari spesies yang berbeda-beda, maka akan didapatkan nilai Indeks Keanekaragaman tertinggi, sedangkan jika hanya berasal dari satu spesies saja maka akan mendapatkan nilai terkecil (Latuconsina, 2020). Jika proporsi antar jenis sama

banyak dalam suatu komunitas dapat dikatakan memiliki keanekaragaman jenis tinggi. Namun, jika ada beberapa spesies memiliki dominansi besar maka keanekaragamannya rendah. Keanekaragaman jenis suatu komunitas tinggi akan menyebabkan interaksi spesies yang melibatkan transfer energi, kompetisi, predasi, dan pembagian relung yang lebih kompleks menyebabkan kestabilan ekologi (Latuconsina, 2020).

Tabel 1. Kategori indeks keanekaragaman jenis

| Kisaran | Kategori |
|------------------------------|---------------|
| $H' < 2,0$ | Rendah |
| $2,0 < H' < 3,0$ $H' \geq 3$ | Sedang Tinggi |
| $H' > 3,0$ | Rendah |

Nilai indeks keanekaragaman dengan kriteria sebagai berikut:

- Jika $H' < 2$:Keanekaragaman genera/spesies rendah. Penyebaran jumlah individu tiap genera/spesies rendah, kestabilan komunitas rendah dan keadaan perairan telah tercemar.
- Jika $2 < H' < 3$:Keanekaragaman sedang, penyebaran jumlah individu sedang dan kestabilan perairan telah tercemar sedang.
- Jika $H' > 3$:Keanekaragaman tinggi, penyebaran jumlah individu tiap spesies tiap genera tinggi, kestabilan komunitas tinggi dan perairan belum tercemar.

2. Indeks Keseragaman

Indeks keseragaman digunakan untuk melihat keseragaman, dimana semakin besar indeks keseragaman menunjukkan kelimpahan individu yang hampir merata dan seragam antarspesies. Keseragaman jenis tinggi menunjukkan kestabilan ekologi (Latuconsina, 2020).

Keseragaman (E) dapat menunjukkan keseimbangan dalam suatu pembagian jumlah individu tiap jenis. Keseragaman (E) mempunyai nilai yang besar jika individu ditemukan berasal dari spesies atau genera yang berbeda-beda, semakin kecil indeks keseragaman (E) semakin kecil pula keseragaman jenis dalam komunitas, artinya penyebaran jumlah individu tiap jenis tidak sama, ada kecenderungan didominasi oleh jenis tertentu. Indeks keseragaman merupakan angka yang tidak bersatuan, besarnya berkisar 0-1. Nilai indeks keseragaman (E) yaitu $0,75 < E < 1,00$ menandakan kondisi komunitas yang stabil. Komunitas yang stabil menandakan ekosistem tersebut

mempunyai keanekaragaman yang tinggi, tidak ada jenis yang dominan serta pembagian jumlah individu (Odum, 1993).

Tabel 2. Kategori indeks keseragaman jenis

| Indeks keseragaman (E) | Kategori |
|------------------------|--------------|
| $< E \leq 0,50$ | Tertekan |
| $0,50 < E \leq 0,75$ | Tidak Stabil |
| $0,75 < E \leq 1,00$ | Stabil |

3. Indeks Dominansi

Indeks dominansi memberikan gambaran organisme biotik yang mendominasi suatu komunitas ekologi. Nilai indeks dominansi dapat menggambarkan apabila saat pengambilan data terdapat suatu spesies organisme yang lebih banyak dibandingkan spesies lainnya. Dominansi tinggi menunjukkan adanya transfer energi melalui jaring makanan yang lebih didominasi spesies tertentu sehingga menyebabkan adanya ketidakstabilan ekologi (Latuconsina, 2020).

Odum (1998) menyatakan bahwa nilai indeks dominansi (C) berkisar antara 0-1 berarti tingkat dominan oleh spesies tertentu berada dalam kategori tinggi. Sebaliknya jika nilai indeks dominansi (C) mendekati nol berarti tidak ada jenis tertentu yang mendominasi.

Tabel 3. Kategori indeks Dominansi jenis

| Indeks Dominansi (C) | Kategori |
|----------------------|----------|
| 0,00 - 0,50 | Rendah |
| 0,50 - 0,75 | Sedang |
| 0,75 - 1,00 | Tinggi |

Dominansi jenis diperoleh menurut indeks dominansi Simpson, dimana nilainya berkisar antara 0 – 1 dengan kriteria sebagai berikut (Odum, 1993):

$C = \sim 0$, berarti tidak ada jenis yang mendominasi atau komunitas dalam keadaan stabil.

$C = \sim 1$, berarti ada dominansi dari jenis tertentu atau komunitas dalam keadaan tidak stabil.

F. Struktur komunitas

Wirakusumah (2003) dalam Monika (2013) mengemukakan bahwa struktur komunitas merupakan sekumpulan populasi dari spesies spesies yang berlainan dan bersama-sama menghuni suatu tempat. Segala populasi di tempat yang menjadi perhatian termasuk komunitas yang dipersoalkan, seperti semua tumbuh-tumbuhan, hewan dan organisme

Komunitas biotik adalah kumpulan populasi-populasi apa saja yang hidup dalam daerah atau habitat fisik yang telah ditentukan. Hal tersebut merupakan satuan yang diorganisasikan sehingga dia mempunyai sifat-sifat tambahan terhadap komponen-komponen individu dan fungsi-fungsi sebagai suatu unit melalui transformasi-transformasi metabolik yang bergandengan. Komunitas utama adalah mereka yang cukup besar dan kelengkapan dari organisasinya adalah mereka yang sedemikian hingga relatif tidak tergantung dari masukan dan hasil dari komunitas di dekatnya. Sedangkan komunitas minor adalah mereka yang kurang lebih tergantung pada kumpulan-kumpulan tetangganya (Odum, 1993).

Struktur komunitas makrozoobenthos dapat digunakan sebagai objek pengamatan yang menggambarkan suksesi biodiversitas dalam ekosistem mangrove. Perubahan pola kepadatan biomassa hewan makrozoobenthos dapat digunakan sebagai indikator adanya perubahan atau gangguan komunitas disuatu ekosistem. Tingkat gangguan dapat dicirikan dengan adanya perubahan komposisi atau proporsi jenis hewan makrozoobenthos (Putro, 2014).

G. Principle Component Analysis (PCA)

Principal Component Analysis (PCA) atau analisis komponen utama adalah sebuah metode statistika multivariat yang memilih sejumlah kecil komponen untuk menjelaskan varian dari beberapa respon yang asli. *Principle Component Analysis* merupakan salah satu fitur ekstraksi (reduksi) variabel yang banyak digunakan. *Principle Component Analysis* merupakan analisis pencari karakteristik (Sanjaya *et al.*, 2020). Menurut Johnson dan Wichern (2007) komponen utama tidak berkorelasi dan memiliki varian sama dengan nilai eigen dari matriks kovarian Σ . Maka, nilai eigen yang terbesar menggambarkan nilai variansi yang terbesar.

Analisis Komponen Utama merupakan metode statistik deskriptif yang bertujuan untuk mempresentasikan data dalam bentuk grafik, informasi maksimum yang terdapat dalam suatu matriks data. Matriks data yang dimaksud terdiri dari sub stasiun pengamatan sebagai individu statistik (baris) dan fisika kimia perairan sebagai variabel kuantitatif (kolom) (Bengen, 2000).

Tujuan utama penggunaan analisis komponen utama dalam suatu matriks data berukuran cukup besar diantaranya adalah: 1) mengekstraksi informasi esensial yang terdapat dalam suatu tabel/matriks data yang besar; 2) menghasilkan suatu representasi grafik yang memudahkan interpretasi; 3) mempelajari suatu tabel/matriks data dari sudut pandang kemiripan antara individu atau hubungan antar variabel (Bengen, 2000). Menurut Gasperz (1995) dalam Hidayah (2003), bahwa suatu korelasi

dinyatakan berhubungan positif atau berbanding lurus jika nilainya berkisar antara 0,5 sampai dengan 1,0. Sedangkan parameter-parameter dinyatakan berhubungan negatif atau berbanding terbalik jika nilainya berada pada kisaran -0,5 sampai dengan -1,0. Selain itu, nilai antara -0,5 hingga 0,5 dianggap tidak mempunyai hubungan atau pengaruh yang nyata baik positif maupun negatif.