

**STRUKTUR DAN KOMPOSISI JENIS MAKROZOOBENTOS PADA
EKOSISTEM MANGROVE DI DESA PAJUKUKANG, KECAMATAN
BONTOA, KABUPATEN MAROS**

SKRIPSI

**SYAHRUL
L111 14 006**



**PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2021**

**STRUKTUR DAN KOMPOSISI JENIS MAKROZOOBENTOS PADA
EKOSISTEM MANGROVE DI DESA PAJUKUKANG, KECAMATAN
BONTOA, KABUPATEN MAROS**

**SYAHRUL
L111 14 006**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana
Program Studi Ilmu Kelautan, Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu
Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin



**DEPARTEMEN ILMU KELAUTAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2021**

LEMBAR PENGESAHAN

STRUKTUR DAN KOMPOSISI JENIS MAKROZOOBENTOS PADA EKOSISTEM
MANGROVE DI DESA PAJUKUKANG, KECAMATAN BONTOA, KABUPATEN MAROS

Disusun dan Diajukan oleh
Syahrul
L111 14 006

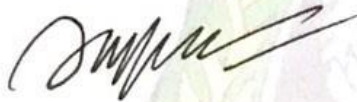
Telah dipertahankan dihadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Ilmu Kelautan Fakultas Ilmu Kelautan
dan Perikanan Universitas Hasanuddin

Pada tanggal 18 Agustus 2021

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui:

Pembimbing Utama,



Prof. Dr. Amran Saru, ST, M.Si
NIP: 196709241995031001

Pembimbing Pendamping,



Dr. Khairul Amri, ST, M.Sc.Stud.
NIP: 196907061995121002

Mengetahui:

Ketua Program Studi



Dr. Ahmad Faizal, ST., M.Si
NIP: 19760727 200112 1 003

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Syahrul
Nim : L111 14 006
Program Studi : Ilmu Kelautan
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

**“Struktur Dan Komposisi Jenis Makrozoobentos Pada Ekosistem Mangrove Di
Desa Pajukukang, Kecamatan Bontoa, Kabupaten Maros”**

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 18 Agustus 2021

Yang Menyatakan



Syahrul

PERNYATAAN AUTHORSHIP

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Syahrul
Nim : L111 14 006
Program Studi : Ilmu Kelautan
Fakultas : Ilmu Kelautan dan Perikanan

Menyatakan bahwa publikasi sebagian atau keseluruhan isi Skripsi /Tesis/Disertasi 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 diikuti.

Makassar, 18 Agustus 2021

Mengetahui,

Penulis,



Dr. Ahmad Faizal, ST., M.Si
NIP. 19750727 200112 1 003



Syahrul
NIM. L111 14 006

ABSTRAK

Syahrul.L111 14 006 “Struktur Dan Komposisi Jenis Makrozoobentos Pada Ekosistem Mangrove Di Desa Pajukukang, Kecamatan Bontoa, Kabupaten Maros” dibimbing oleh **Prof. Dr. Amran Saru, ST, M.Si**, sebagai Pembimbing Utama dan **Dr. Khairul Amri, ST, M.Sc.Stud**, sebagai Pendamping Pembimbing.

Makrozoobentos memanfaatkan ekosistem mangrove sebagai habitat utama. 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 menetralsir keadaan ekosistem disekitarnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui komposisi jenis makrozoobentos, kerapatan jenis mangrove, penutupan spesies pada vegetasi mangrove di Desa Pajukukang, Kecamatan Bontoa, Kabupaten maros. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi sumber data dan informasi bagi penelitian selanjutnya yang akan melakukan penelitian struktur dan komposisi jenis makrozoobentos pada ekosistem mangrove dan menjadi dasar pengelolaan lebih lanjut. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September 2020. yang meliputi, pengambilan data lapangan, analisis data, penyusunan laporan akhir hasil penelitian. Berdasarkan hasil penelitian ditemukan 6 jenis makrozoobentos yang tersebar di 3 stasiun, dimana jumlah jenis makrozoobentos yang paling banyak ditemukan pada stasiun 2 dengan jumlah 6 jenis makrozoobentos dan stasiun yang sedikit didapatkan pada stasiun 3 dengan 3 jenis makrozoobentos. 6 jenis makrozoobentos yang tersebar di seluruh stasiun penelitian, pada stasiun 1 terdapat 1 jenis yang dominan yaitu *Cassidula sp.* dengan komposisi 84%. Pada stasiun 2 ditemukan 6 jenis makrozoobentos dengan komposisi jenis *Cassidula sp.* 85%, *Telescopium-telescopium* 4%, *Ellobium sp.* 4%, *Cerithidea sp.* 3%, *Melampus sp.* 3%, *Littoraria sp.* 1%. Pada stasiun 3 ditemukan 3 jenis makrozoobentos dengan komposisi jenis *Cassidula sp.* 93%, *Ellobium sp.* 4%, *Littoraria sp.* 3 % berdasarkan analisis mangrove ditemukan 1 jenis mangrove yang tersebar pada seluruh stasiun penelitian yaitu *Avicenia alba*. Pada stasiun 1 ditemukan hanya 1 jenis mangrove yaitu *Avicenia alba* dengan komposisi jenis 100% begitu pula pada stasiun 2 dan 3. Dengan nilai kerapatan mangrove tertinggi didapatkan pada stasiun 2 dengan jumlah tegakan 11600 pohon/ha dan kerapatan mangrove yang terendah pada stasiun 3 dengan jumlah tegakan 3800 pohon/ha. Indeks keseragaman yang diperoleh pada stasiun pengamatan berkisar antara 0.052 – 0.115 dengan nilai indeks stasiun 1 berkisar 0.115, stasiun 2 berkisar 0.109, stasiun 3 berkisar 0.052. Rendahnya keseragaman pada stasiun 3 dikarenakan adanya makrozoobentos yang mendominasi stasiun ini oleh jenis *Cassidula sp.*, berdasarkan kriteria nilai indeks keseragaman mengindikasikan kondisi yang tertekan. Sedangkan untuk stasiun 1 dan 2 masuk dalam kategori stabil. Nilai dominansi pada Stasiun 1 adalah 0.289, Stasiun 2 berkisar 0.279, Stasiun 3 berkisar 0.129 dan masing masing tergolong dalam kategori dominansi sedang.

Kata Kunci : Makrozoobenthos, Mangrove, Desa Pajukukang.

ABSTRACT

Syahrul.L111 14 006 "Structure And Composition Of Macrozoobentos In Mangrove Ecosystem In Pajukukang Village, Bontoa District, Maros Regency" guided by **Prof. Dr. Amran Saru, ST, M.Si**, as the (Main Advisor) and **Dr. Khairul Amri, ST, M.Sc.Stud**, as the (Member Advisor).

Macrozoobenthos utilizes the mangrove ecosystem as the main habitat. Macrozoobenthos that continuously interacts with mangroves and sediments carried by currents into the ocean is one of the important indicators in analyzing the extent to which mangroves play a role in neutralizing the state of the surrounding ecosystem. Pajukukang, Bontoa District, Maros Regency. The results of this study are expected to be a source of data and information for further research that will conduct research on the structure and composition of macrozoobenthos species in the mangrove ecosystem and become the basis for further management. This research was conducted in September 2020. which includes, field data collection, data analysis, preparation of the final report of research results. Based on the results of the study found 6 types of macrozoobenthos spread over 3 stations, where the number of types of macrozoobenthos was mostly found at station 2 with a total of 6 types of macrozoobenthos and the lowest station was found at station 3 with 3 types of macrozoobenthos. There are 6 types of macrozoobenthos scattered in all research stations, at station 1 there is 1 dominant species, namely *Cassidula* sp. with a composition of 84%. At station 2, 6 types of macrozoobenthos were found with the composition of *Cassidula* sp. 85%, *Telescopium-telescopium* 4%, *Ellobium* sp. 4%, *Cerithidea* sp. 3%, *Melamps* sp. 3%, *Littoraria* sp. 1%. At station 3 found 3 types of macrozoobenthos with a composition of *Cassidula* sp. 93%, *Ellobium* sp. 4%, *Littoraria* sp. 3% based on the analysis of mangroves found 1 type of mangrove scattered in all research stations, namely *Avicenia alba*. At station 1, only 1 mangrove species was found, namely *Avicenia alba* with a species composition of 100% as well as at stations 2 and 3. The highest mangrove density value was found at station 2 with a total of 11600 trees/ha and the lowest mangrove density at station 3 with a total of 11600 trees/ha. stands 3800 trees/ha. The uniformity index obtained at the observation stations ranged from 0.052 to 0.115 with the index value of station 1 ranging from 0.115, station 2 ranging from 0.109, station 3 ranging from 0.052. The low uniformity at station 3 is due to the presence of macrozoobenthos that dominates this station by the *Cassidula* sp species, based on the criteria for the uniformity index value indicating a stressed condition. Meanwhile, stations 1 and 2 are in the stable category. The dominance value at Station 1 is 0.289, Station 2 is around 0.279, Station 3 is around 0.129 and each belongs to the category of moderate dominance.

Keywords : Macrozoobenthos, Mangrove, Pajukukang Village

BIODATA PENULIS



Syahrul lahir pada tanggal 10 September 1994 di Makassar, Sulawesi Selatan. Anak ke Satu dari 2 bersaudara dari pasangan Rahmat dan Hamsina. Menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar di SD 143 Impres Ge'tengan Mengkendek Tana Toraja pada tahun 2008, Sekolah Menengah Pertama di SMPN 1 Mengkendek Tana Toraja pada tahun 2011, dan SMAN 1 Mengkendek Tana Toraja 2014. Pada tahun 2014 penulis melanjutkan pendidikan ke jenjang yang lebih tinggi di Universitas Hasanuddin. Penulis diterima masuk Program Studi Ilmu Kelautan, Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan. Penulis melakukan rangkaian tugas akhir yaitu Kuliah Kerja Nyata (KKN) Reguler Angkatan 99 di Kelurahan Mallawa, Kecamatan Mallusetasi, Kabupaten Barru pada tahun 2018, menyelesaikan Praktek Kerja Lapangan (PKL) di Badan Meteorologi ,Klimatologi Dan Geofisika Paotere Makassar (BMKG) pada tahun 2019. Penulis melaksanakan penelitian dengan judul “Struktur Dan Komposisi Jenis Makrozoobentos Pada Ekosistem Mangrove Di Desa Pajukukang, Kecamatan Bontoa, Kabupaten Maros”

KATA PENGANTAR



Assalamu Alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat, taufik dan hidayah-Nya kepada penulis, sehingga penyusunan skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik pada bulan Agustus 2021 yang berjudul “**Struktur Dan Komposisi Jenis Makrozoobentos Pada Ekosistem Mangrove Di Desa Pajukukang, Kecamatan Bontoa, Kabupaten Maros**”.

1. Salawat dan salam juga kita panjatkan kepada baginda nabi besar **Muhammad SAW** beserta keluarga dan seluruh sahabatnya yang selalu menjadi panutan, suri tauladan, dan pemberi jalan kearah yang benar bagi kita semua.
2. Penyelesaian skripsi ini disusun sebagai bentuk pertanggung jawaban tertulis dan sebagai salah satu syarat untuk memenuhi rangkaian akademik dalam menyelesaikan program studi S1 untuk mendapatkan gelar sarjana di Departemen Ilmu Kelautan Universitas Hasanuddin.
3. Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini banyak mengalami kesulitan dan kekurangan yang disebabkan keterbatasan penulis. Namun dengan adanya arahan dan bimbingan dari berbagai pihak berupa pikiran, dorongan moril dan bantuan materil, maka penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini.

Makassar, 18 Agustus 2021

Penulis,

Syahrul

UCAPAN TERIMA KASIH



Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran **Allah SWT**, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan skripsi dengan baik. Shalawat dan salam juga kita panjatkan kepada baginda nabi besar **Muhammad SAW** beserta keluarga dan seluruh sahabatnya yang selalu menjadi panutan, suri tauladan, dan pemberi jalan kearah yang benar bagi kita semua.

Penghormatan dan terima kasih yang sedalam-dalamnya penulis persembahkan kepada bapak **Rahmat** dan Ibu **Hamsina** selaku orang tua penulis yang senantiasa mendoakan, memberikan perhatian, kasih sayang, nasehat, dan dukungan serta subsidiya kepada penulis.

Keberhasilan dan kelancaran penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu **Dr. Ir. Aisjah Farhum, M.Si**, selaku Dekan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin beserta seluruh stafnya.
2. Bapak **Dr. Ahmad Faizal, ST., M.Si**, selaku Ketua Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin, Makassar.
3. Bapak **Prof. Dr. Ir. Budimawan, DEA.** sebagai Penasehat Akademik yang telah mendampingi pada semester awal hingga selesai. Terima kasih telah menjadi Bapak Pembimbing Akademik yang peduli dan perhatian kepada anak bimbingannya.
4. Terima kasih kepada Bapak **Prof. Dr. Amran Saru, ST, M.Si.** sebagai Pembimbing Utama yang telah menyarankan penelitian ini kepada saya serta telah sabar menghadapi sikap saya selama berjalannya penelitian dan memberikan nasehat yang sangat bermanfaat dalam penyusunan skripsi ini.
5. Bapak **Dr. Khairul Amri, ST, M.Sc.Stud.** sebagai Pendamping Pembimbing Utama yang telah mendampingi dan memperhatikan penulis mulai pada penulisan awal hingga selesai. Terima kasih telah peduli dan perhatian kepada anak bimbingannya.
6. Bapak **Dr. Supriadi, ST, M.Si.** dan Bapak **Dr. Mahatma Lanuru, ST, M.Sc.** sebagai dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran demi kesempurnaan skripsi.
7. Seluruh **Dosen Program Studi Ilmu Kelautan**, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin, Makassar.
8. Terima kasih kepada **Agung, Sija, Mamat, Asmal, Rafi dan Haris** atas bantuannya dalam melakukan penelitian ini.
9. Terimah kasih kepada **Anak Anak BTP blok AF** yang telah membantu saya selama melakukan proses pengerjaan skripsi.

10. Terima kasih kepada keluarga besar **Triton 14 (Ilmu Kelautan Angkatan 2014)** yang telah menjadi saudara(i) seperjuangan selama melaksanakan kegiatan akademik.
11. Terima kasih kepada keluarga besar **Ilmu Kelautan** yang telah menjadi tempat belajar yang menyenangkan selama menjadi mahasiswa.
12. Terima kasih kepada **Musfira Awaliyah** yang telah memberikan support selama pengerjaan skripsi ini.

Penulis

Syahrul

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN KEASLIAN	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN AUTHORSHIP	Error! Bookmark not defined.
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT	vi
BIODATA PENULIS.....	vii
KATA PENGANTAR	viii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
I. PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan dan Kegunaan	2
II. TINJAUAN PUSTAKA	3
A. Mangrove	3
B. Karakteristik Ekosistem Mangrove.....	3
C. Jenis-jenis Mangrove.....	4
D. Manfaat Ekosistem Mangrove	4
E. Sedimen	5
F. Fauna di Habitat Mangrove	6
G. Makrozoobentos.....	6
H. Distribusi Makrozoobentos	7
I. Keanekaragaman (H'), Keseragaman (E), dan Dominansi (C).....	7
J. Parameter Fisika dan Kimia.....	9
1. Suhu (Data Sekunder)	9
2. Salinitas.....	9
3. Derajat Keasaman (pH)	9

III. METODE PENELITIAN.....	11
A. Tempat dan Waktu Pelaksanaan Penelitian	11
B. Alat dan Bahan.....	12
C. Prosedur kerja	12
D. Pengambilan Data Parameter Lingkungan	14
E. Analisa Data	14
F. Pengolahan data Makrozoobentos	15
IV. HASIL.....	17
A. Komposisi Jenis makrozoobentos	17
B. Komposisi jenis mangrove.....	19
C. Indeks Ekologi Makrozoobentos.....	19
D. Parameter Lingkungan	19
1. Salinitas.....	19
2. Suhu.....	20
3. pH.....	20
V. PEMBAHASAN.....	22
A. Komposisi jenis makrozoobentos	22
B. Komposisi Jenis dan Kepadatan Mangrove	22
C. Parameter Lingkungan	23
1. Salinitas.....	23
2. Suhu.....	23
3. pH.....	23
D. Indeks Ekologi Makrozoobentos	24
1. Indeks Keanekaragaman (H')	24
2. Indeks Keseragaman (E)	24
3. Indeks Dominansi (D)	25
VI. KESIMPULAN DAN SARAN.....	26
A. Kesimpulan.....	26
B. Saran.....	26
DAFTAR PUSTAKA.....	27
LAMPIRAN	28
Lampiran 1	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Peta lokasi penelitian di desa pajukukang	11
Gambar 2. Ilustrasi peletakan plot kuadran dan sub plot sebagai batas pengamatan.....	13
Gambar 3. Sketsa plot untuk sampling kerapatan mangrove dan kepadatan makrozoobentos.	13
Gambar 4. Komposisi jenis makrozoobentos di stasiun 1	17
Gambar 5. Komposisi jenis makrozoobentos di stasiun 2.....	17
Gambar 6. Komposisi jenis makrozoobentos di stasiun 3.....	18
Gambar 7. Grafik kepadatan makrozoobentos per stasiun	18
Gambar 8. indeks keanekaragaman, keseragaman dan dominansi.	19
Gambar 9. Grafik salinitas di setiap stasiun.....	20
Gambar 10. Grafik suhu perairan di setiap stasiun	20
Gambar 11. Grafik pH perairan di setiap stasiun	21

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Kategori indeks keanekaragaman	7
Tabel 2. Kategori indeks keseragaman (E) (Odum, 1993)	8
Tabel 3. Kategori indeks dominansi (C) (Odum, 1993)	8
Tabel 4. Pengaruh pH terhadap komunitas biologi perairan (Effendi, 2003)	9

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.Data Indeks Ekologi	29
Lampiran 2. Dokumentasi kegiatan.....	30
Lampiran 3. makrozoobentos yang ditemukan pada lokasi pengambilan sampel	31

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Makrozoobentos memanfaatkan ekosistem mangrove sebagai habitat utama. Struktur ekosistem mangrove yang dalam kondisi terlestarikan akan menimbulkan rantai makanan bagi biota yang kompleks. Makrozoobentos yang memiliki habitat pada dasar mangrove merupakan salah satu makhluk hidup yang berhubungan langsung dengan keberadaan dan fungsi perlindungan dari mangrove. 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 menetralsir keadaan ekosistem disekitarnya (Kasmini, 2014).

Benthos relatif hidup menetap, sehingga baik untuk digunakan sebagai petunjuk kualitas lingkungan, karena selalu kontak dengan limbah yang masuk ke habitatnya. Kelompok hewan tersebut dapat lebih mencerminkan adanya 14 perubahan faktor-faktor lingkungan dari waktu ke waktu (Rosenberg, 1993 dalam Anggi, 2013). Penggunaan makrozoobentos sebagai indikator kualitas perairan dinyatakan dalam bentuk indeks biologi. Kemudian oleh para ahli biologi perairan, pengetahuan ini dikembangkan, sehingga perubahan struktur dan komposisi organisme perairan karena berubahnya kondisi habitat dapat dijadikan indikator kualitas perairan (Rosenberg, 1993 dalam Anggi, 2013).

Ekosistem mangrove merupakan ekosistem pantai yang disusun oleh berbagai jenis vegetasi yang mempunyai bentuk adaptasi biologis dan fisiologis secara spesifik terhadap kondisi lingkungan dan cukup bervariasi. Istilah mangrove merujuk pada ekosistem lahan basah, dipengaruhi pasang surut di zona intertidal daerah tropis dan subtropis. Mangrove berasal dari kata "Mangue" Afrika Barat, Senegal, Gambia, dan Guinea. Selain itu, mangrove juga merujuk pada komunitas jenis *Rhizophora* (Hidayatullah & Pujiono, 2014). Dalam perkembangannya, istilah "mangrove" digunakan untuk menyebut jenis tumbuhan, dalam hal ini termasuk tumbuh di pinggiran vegetasi mangrove seperti *Barringtonia* dan *Ipomoea pes-caprae* (Noor, *et al.*, 1999). Lembaga Pangan Dunia (FAO) mengartikan mangrove sebagai vegetasi yang memiliki fungsi-fungsi sosial ekonomi dan lingkungan (ekologis) (Kustianti, 2011).

Daerah mangrove merupakan wilayah subur baik daratan maupun perairannya, karena adanya transportasi nutrien dari pasang surut (Gunarto, 2004; Noor, *et al.*, 1999). Dengan demikian, mangrove dikenal sebagai salah satu sumberdaya wilayah pesisir dengan produktifitas tinggi (Putz & Chan, 1986). Oleh karena itu, kawasan mangrove memiliki peran strategis baik secara ekologis, maupun ekonomis (Hidayatullah & Pujiono, 2014). Di Indonesia, areal yang selalu digenangi walaupun pada saat pasang rendah umumnya didominasi oleh *Avicennia alba* atau *Sonneratia alba*. Areal yang digenangi pasang sedang didominasi jenis *Rhizophora*. Areal yang digenangi hanya pada saat pasang tinggi, lebih ke daratan, umumnya didominasi jenis *Bruguiera* dan *Xylocarpus granatum*, sementara areal

yang digenangi pada saat pasang tertinggi (hanya beberapa hari sebulan) umumnya didominasi *Bruguiera sexangula* dan *Lumnitzera littorea*.

. Ekosistem mangrove di Kecamatan Bontoa memiliki luas sebesar 92,60 ha atau 20,23 % dari luas total sebaran mangrove di Kabupaten maros. Dengan luas wilayah sebesar 93,52 km² dengan luas Kawasan pesisir sebesar 53,38 km² yang terdiri dari 4 Desa/Kelurahan yaitu, Desa Pajukukang, Desa Bonto Bahari, Desa Tupabiring dan Desa Ampekale. Komposisi jenis mangrove yang banyak ditemukan adalah jenis *Avicennia spp*, *Rhizophora spp*, *Bruguiera spp*, *Sonneratia spp*, dan beberapa mangrove ikutan seperti *Achantus ilisifolius* dan *Nypah fruticans* (Faizal, 2018). Peranan mangrove dirasakan semakin penting dan strategis, selain karena nilai manfaat ekonomi yang menguntungkan, juga karena dampak ekologis merugikan akibat hilangnya vegetasi mangrove (Rahman, 2008).

Oleh karena itu, penting untuk menganalisis struktur dan komposisi jenis vegetasi mangrove di lokasi tersebut. Pengukuran vegetasi dan survey lapangan menggunakan kriteria baku kerusakan mangrove Kepmen LH Nomor 201/2004 dengan berpedoman pengenalan mangrove Indonesia (Noor, et al., 1999). Dari struktur dan komposisi jenis vegetasi struktur mangrove memiliki kaitan dengan habitat Makrozoobentos makadilakukan penelitian mengenai struktur komposisi Struktur Dan Komposisi Jenis Makrozoobentos Pada Ekosistem Mangrove Di Desa Pajukukang, Kecamatan Bontoa, Kabupaten Maros agar menjadi sumber pengetahuan baru.

B. Tujuan dan Kegunaan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui komposisi jenis makrozoobentos, kerapatan jenis mangrove, penutupan spesies pada vegetasi mangrove di Desa Pajukukang, Kecamatan Bontoa, Kabupaten maros.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi sumber data dan unformasi bagi penelitian selanjutnya yang akan melakukan penelitian struktur dan komposisi jenis makrozoobentos pada ekosistem mangrove dan menjadi dasar pengelolaan lebih lanjut.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Mangrove

Kata mangrove berasal dari kata mangue (bahasa Portugis) yang berarti tumbuhan dan grove (bahasa Inggris) yang berarti belukar atau hutan kecil. Kata mangrove mempunyai dua arti, pertama sebagai komunitas, yaitu komunitas atau vegetasi tumbuhan atau hutan yang tahan terhadap kadar garam/salinitas (pasang surut air laut), dan kedua sebagai individu spesies (Arief 2003). Hutan mangrove meliputi pohon-pohon dan semak dengan beberapa genera atau spesies yaitu *Avicenia*, *Sonneratia*, *Rhizophora*, *Bruguiera*, *Ceriops*, *Xylocarpus*, *Lumnitzera*, *Laguncularia*, *Aegiceras*, *Aegiatilis*, *Snaeda*, dan *Conocarpus* (Bengen, 2001).

Ekosistem mangrove adalah suatu sistem didalam tempat berlangsungnya kehidupan yang mencerminkan hubungan timbal balik antara makhluk hidup dengan lingkungannya dan diantara makhluk hidup itu sendiri. Terdapat pada wilayah pesisir, terpengaruh pasang surut air laut, dan didominasi oleh spesies pohon atau semak yang khas dan mampu tumbuh dalam perairan asin/payau (Zulkifly, 2008). Hutan mangrove merupakan komunitas vegetasi pantai tropis, yang didominasi oleh beberapa jenis mangrove yang mampu tumbuh dan berkembang pada daerah pasang-surut pantai berlumpur (Bengen, 2004).

Hutan mangrove merupakan komunitas vegetasi pantai tropis, yang didominasi oleh beberapa spesies pohon mangrove yang mampu tumbuh dan berkembang pada daerah pasang-surut pantai berlumpur. Komunitas vegetasi ini umumnya tumbuh pada daerah intertidal dan supratidal yang cukup mendapat aliran air, dan terlindung dari gelombang besar dan arus pasang surut yang kuat. Ekosistem mangrove banyak ditemukan di pantai-pantai teluk yang dangkal, estuaria, delta dan daerah pantai yang terlindung (Bengen, 2001).

B. Karakteristik Ekosistem Mangrove

Mangrove tumbuh pada pantai-pantai yang terlindung atau pantai-pantai yang datar. Biasanya di tempat yang tidak ada muara sungainya ekosistem *mangrove* terdapat agak tipis, namun pada tempat yang mempunyai muara sungai besar atau delta yang alirannya banyak mengandung lumpur dan pasir, *mangrove* biasanya tumbuh meluas. *Mangrove* tidak tumbuh di pantai terjal dan berombak besar dengan arus pasang surut yang kuat karena hal ini tidak memungkinkan terjadinya pengendapan lumpur dan pasir, substrat yang diperlukan untuk pertumbuhannya (Nontji, 2005).

Menurut Bengen (2002), karakteristik ekosistem *mangrove*, yaitu :

1. Umumnya tumbuh pada daerah intertidal yang jenis tanahnya berlumpur, berlempung atau berpasir.
2. Daerahnya tergenang air laut secara berkala, baik setiap hari maupun tergenang hanya saat pasang purnama. Frekuensi genangan menentukan komposisi vegetasi hutan *mangrove*.

3. Menerima pasokan air tawar yang cukup dari darat.
4. Terlindung dari gelombang dan arus pasang surut yang kuat. Air bersalinitas payau (2-22‰) hingga asin (mencapai 38‰).
5. Banyak ditemukan dipantai-pantai teluk yang dangkal, estuari, delta dan daerah pantai yang terlindung.

C. Jenis-jenis Mangrove

Jenis mangrove yang berbeda tidak tersebar secara acak, tetapi seringkali terpisah dalam zona-zona monospesifik. Zonasi jenis mangrove dapat dilakukan dengan pertimbangan yang berbeda. Pada pasang surut yang mendominasi pantai, seringkali terjadi zonasi jenis yang jelas secara vertikal (Hogart, 2007). Vegetasi hutan *mangrove* di Indonesia memiliki keanekaragaman jenis yang tinggi, namun demikian hanya terdapat kurang lebih 47 jenis tumbuhan yang spesifik hutan *mangrove*. Paling tidak di dalam hutan *mangrove* terdapat salah satu jenis tumbuhan sejati penting/dominan yang termasuk ke dalam empat famili: Rhizophoraceae, (*Rhizophora*, *Bruguiera* dan *Ceriops*), Sonneratiaceae (*Sonneratia*), Avicenniaceae (*Avicennia*) dan Meliaceae (*Xylocarpus*) (Bengen, 2004).

Menurut Nontji (2005) *mangrove* di Indonesia dikenal mempunyai keragaman jenis yang tinggi. Seluruhnya tercatat 89 jenis tumbuhan, 35 jenis diantaranya berupa pohon dan selebihnya berupa terna (5 jenis), perdu (9 jenis), liana (9 jenis), Epifit (29 jenis), dan parasit (2 jenis). Beberapa contoh *mangrove* yang berupa pohon antara lain adalah bakau (*Rhizophora* sp.), api-api (*Avicennia* sp.), pedada (*Sonneratia* sp.), tanjang (*Bruguiera* sp.), nyirih (*Xylocarpus* sp.), tengar (*Ceriops*), buta-butua (*Excocaria* sp.). Dari sekian banyak jenis *mangrove* di Indonesia, jenis api-api (*Avicennia* sp.), bakau (*Rhizophora* sp.), tancang (*Bruguiera* sp.), dan pedada (*Sonneratia* sp.) merupakan tumbuhan *mangrove* utama yang paling banyak dijumpai (Nontji, 2005). Jenis-jenis *mangrove* tersebut adalah kelompok *mangrove* yang menangkap, menahan endapan dan menstabilkan tanah habitatnya.

Hutan mangrove meliputi pohon-pohonan dan semak yang terdiri dari 12 genera tumbuhan berbunga (*Avicennia*, *Sonneratia*, *Rhizophora*, *Bruguiera*, *Ceriops*, *Xylocarpus*, *Lumnitzera*, *Laguncularia*, *Aegiceras*, *Aegiatilis*, *Snaeda* dan *Conocarpus*) yang termasuk ke dalam delapan famili (Bengen, 2004).

D. Manfaat Ekosistem Mangrove

Mangrove merupakan ekosistem utama pendukung kehidupan yang penting di wilayah pesisir dan lautan. Secara terperinci, fungsi bio-ekologis dan sosio-ekonomis dari hutan mangrove menurut Purnobasuki (2005) dijabarkan sebagai berikut :

1. Tempat pemijahan (*Nursery Ground*)

Ekosistem Mangrove terkenal sebagai bahan organik, yang merupakan mata rantai makanan di daerah pantai. Serasah daun mangrove yang subur dan berjatuh di perairan sekitarnya diubah oleh mikroorganisme (terutama kepiting) dan mikroorganisme pengurai menjadi detritus, berubah menjadi bioplankton yang dimakan oleh binatang-binatang laut.

Dengan demikian di lingkungan mangrove kaya akan zat nutrisi bagi ikan-ikan dan udang yang hidup di habitat tersebut.

2. Tempat berlindung fauna

Mangrove dengan tajuknya yang rata dan rapat, serta selalu hijau dan membentuk lapisan yang berbaris di sepanjang pantai merupakan tempat yang disukai oleh burung-burung besar sebagai tempat membuat sarang dan bertelur. Banyak jenis burung yang memanfaatkan mangrove sebagai sarangnya.

3. Habitat alami yang membentuk keseimbangan ekologis

Dalam lingkungan hutan mangrove terdapat beraneka macam biota yang satu dengan lainnya saling berinteraksi dalam kehidupannya. Dalam keadaan alami keragaman biota tersebut membentuk suatu keseimbangan, terutama keseimbangan antara prey (mangsa) dengan predator (pemangsa). Secara ekologis keseimbangan ini harus dijaga agar kehidupan alami dapat berjalan apa adanya. Namun dengan hilangnya salah satu komponen akan mengganggu keseimbangan tersebut dan pada akhirnya menuju pada rusaknya ekosistem hutan mangrove secara keseluruhan.

4. Perlindungan pantai terhadap bahaya abrasi

Sistem perakaran mangrove yang rapat dan terpancang sebagai jangkar, dapat berfungsi untuk meredam gempuran gelombang laut dan ombak, serta cengkeraman akar yang menancap pada tanah dapat menahan lepasnya partikel-partikel tanah. Dengan demikian bahaya abrasi atau erosi oleh gelombang laut dapat dicegah.

5. Perangkap sedimen

Sistem perakaran mangrove juga efektif dalam menangkap partikel-partikel tanah yang berasal dari hasil erosi di sebelah hulu. Perakaran mangrove menangkap partikel-partikel tanah tersebut dan mengendapkannya. Dengan demikian akan terjadi suatu kondisi di mana endapan lumpur tidak hanyut oleh arus gelombang laut.

6. Penahan angin laut

Jajaran tegakan mangrove yang tumbuh di pantai, melindungi pemukiman nelayan (kearah daratan) dari hembusan angin yang kencang. Angin laut yang bertiup kencang kearah daratan dapat ditahan oleh lapisan hutan mangrove dan diblokkan kearah atas. Dengan demikian pemukiman di belakang hutan mangrove tersebut akan terletak di belakang bayangan angin (*leeding area*). Pemukiman terlindungi dari hembusan angin yang kencang.

7. Pelindung Tambak

Mangrove memiliki dampak positif terhadap tambak, pengaruh luas tambak dan jumlah mangrove mempengaruhi tingkat produksi tambak, serta mangrove dapat menentukan lokasi strategi pengelolaan yang tepat pada area pertambakan.

E. Sedimen

Tanah-tanah mangrove merupakan tanah yang belum matang, biasanya disebut sedimen. Partikel debu merupakan partikel yang bersama-sama dengan partikel liat dan pasir akan membentuk lumpur. Keberadaan partikel debu terjadi akibat proses pasang surut untuk

mendukung keberadaan makrozoobenthos. Partikel debu diperlukan oleh makrozoobenthos hanya dalam batas-batas yang wajar atau minimal, karena debu mampu mengikat zat hara yang dibutuhkan dalam kehidupannya.

Lain halnya dengan fraksi pasir yang dapat mengakibatkan terjadinya penekanan kepadatan makrozoobenthos di hutan mangrove. Sementara itu, liat juga dapat menekan perkembangan dan kehidupan makrozoobenthos, karena partikel-partikel liat sulit ditembus (memiliki aerasi yang rendah) oleh makrozoobenthos untuk melakukan aktifitas kehidupannya. Disamping itu liat sangat miskin unsur hara karena kegiatan dekomposer sedikit dan dengan demikian tidak mampu menyumbangkan hasil dekomposisi bahan organik (Arief, 2003).

F. Fauna di Habitat Mangrove

Menurut Bengen (2001), komunitas fauna ekosistem *mangrove* membentuk percampuran antara 2 (dua) kelompok :

1. Kelompok fauna daratan/terrestrial yang umumnya menempati bagian atas pohon *mangrove*, terdiri atas: insekta, ular, primata dan burung. Kelompok ini tidak mempunyai sifat adaptasi khusus untuk hidup didalam hutan *mangrove*, karena mereka melewati sebagian besar hidupnya diluar jangkauan air laut pada bagian pohon yang tinggi, meskipun mereka dapat mengumpulkan makanannya berupa hewan laut pada saat air surut.
2. Kelompok fauna perairan atau akuatik, terdiri atas dua tipe yaitu: 1) yang hidup dikolom air, terutama berbagai jenis ikan dan udang; 2) yang menempati substrat baik keras (akar dan batang *mangrove*) maupun lunak (lumpur) terutama kepiting, kerang dan berbagai jenis invertebrata lainnya.

G. Makrozoobentos

Salah satu organisme infauna dan epifauna di ekosistem mangrove yaitu makrozoobentos. Makrozoobentos adalah organisme yang hidup di dasar perairan (epifauna) atau di dalam substrat dasar perairan (infauna) dengan ukuran lebih besar dari 1 mm (Odum, 1993).

Bentos adalah organisme yang mendiami dasar perairan atau tinggal dalam sedimen dasar perairan. Bentos mencakup organisme nabati yang disebut fitobenthos dan organisme hewani yang disebut zoobentos (Odum, 1993). Ketika air surut, organisme akan kembali ke dasar perairan untuk mencari makan. Beberapa makrozoobentos yang umum ditemui di kawasan mangrove Indonesia adalah makrozoobentos dari kelas gastropoda, Bivalvia, Crustacea, dan Polychaeta (Arief, 2003).

Makrozoobentos memiliki siklus hidup yakni hanya hidup sebagai bentos dalam separuh saja dari fase hidupnya, misalnya pada stadia muda saja atau sebaliknya. Pada umumnya cacing dan bivalvia hidup sebagai bentos pada stadia dewasa, sedangkan ikan demersal hidup sebagai bentos pada stadia larva (Nybakken, 1992). Menurut (Knox 1986 dalam Ihlas 2001), mengklasifikasikan makrozoobentos berdasarkan cara makannya

kedalam lima kelompok yaitu : Hewan pemangsa, hewan penggali, hewan pemakan detritus yang mengendap dipermukaan, hewan yang menelan makanan pada dasar, hewan yang sumber bahan makannya dari atas permukaan.

H. Distribusi Makrozoobentos

Makrozoobentos yang menetap di kawasan mangrove kebanyakan hidup pada substrat keras sampai lumpur, beberapa makrozoobentos yang umum ditemui di kawasan mangrove Indonesia adalah makrozoobentos dari kelas Gastropoda, Bivalvia, Crustacea, dan Polychaeta (Arief, 2003).

Distribusi hewan makrozoobentos sangat ditentukan oleh sifat fisika, kimia dan biologi perairan. Sifat fisika yang berpengaruh langsung terhadap hewan makrozoobentos adalah kedalaman, kecepatan arus, kekeruhan, substrat dasar dan suhu perairan. Sedangkan sifat kimia yang berpengaruh langsung adalah derajat keasaman dan kandungan oksigen terlarut (Odum, 1971).

Ditambahkan oleh (Krebs 1978) bahwa faktor biologi perairan yang mempengaruhi komunitas hewan bentos adalah kompetisi (persaingan ruang hidup dan makanan), predator (pemangsa) dan tingkat produktivitas primer. Masing-masing faktor biologi tersebut dapat berdiri sendiri akan tetap ada kalanya faktor tersebut saling berinteraksi dan bersama-sama mempengaruhi komunitas pada suatu perairan.

I. Keanekaragaman (H'), Keseragaman (E), dan Dominansi (C)

Makrozoobentos baik digunakan sebagai bioindikator disuatu perairan karena habitat hidupnya yang relatif tetap. Perubahan kualitas air, ketersediaan serasah dan substrat hidupnya sangat mempengaruhi kelimpahan dan keanekaragaman makrozoobentos. Kelimpahan dan keanekaragaman sangat bergantung pada toleransi dan tingkat sensitivnya terhadap kondisi lingkungannya. Kisaran toleransi dari makrozoobentos terhadap lingkungan berbeda-beda (Wilhm, 1975 dalam Marsaulina, 1994) Komponen lingkungan baik yang hidup (biotik) maupun yang tak hidup (abiotik) mempengaruhi kelimpahan dan keanekaragaman biota air yang ada pada suatu perairan, sehingga tingginya kelimpahan individu tiap jenis dapat dipakai untuk menilai kualitas suatu perairan.

Menurut (Ina, 1989 dalam Tenribali, 2015) mengatakan bahwa nilai indeks keanekaragaman (H') terbesar didapatkan jika semua individu yang diperoleh berasal dari satu jenis atau genera yang berbeda-beda dan keanekaragaman mempunyai nilai kecil atau sama dengan 0, jika suatu individu berasal dari satu atau hanya beberapa jenis (Tabel 1).

Tabel 1 Kategori indeks keanekaragaman

4.	NO	5.	Keanekaragaman (H')	6.	Kategori
7.	1.	8.	$H' < 2$	9.	Rendah
10.	2.	11.	$2 < H' < 3,00$	12.	Sedang
13.	3.	14.	$H' \geq 3,00$	15.	Tinggi

Nilai indeks keanekaragaman Shannon-Wiener berkisar antara 0 - ~ dengan kriteria sebagai berikut:

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.

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 berbedabeda, 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).

Tabel 2. Kategori indeks keseragaman (E) (Odum, 1993)

NO	Keseragaman (E)	Kategori
1.	$0,00 < E < 0,50$	Komunitas Tertekan
2.	$0,50 < E < 0,75$	Komunitas Labil
3.	$0,75 < E < 1,00$	Komunitas Stabil

Dominansi jenis organisme dalam suatu komunitas ekosistem perairan diketahui dengan cara menghitung indeks dominansi dari organisme tersebut. Nilai indeks dominansi berkisar antara 0 sampai dengan 1. Dimana semakin mendekati satu maka ada organisme yang mendominasi ekosistem perairan, sebaliknya jika mendekati nol maka tidak ada jenis organisme yang dominan (Odum, 1993). Hubungan antara keragaman, keseragaman dan dominansi terkait satu sama lain, dimana apabila organisme beranekaragam berarti organisme tersebut tidak seragam dan tentu tidak ada yang mendominasi (Tabel 3).

Tabel 3. Kategori indeks dominansi (C) (Odum, 1993)

NO	Dominasi (C)	Kategori
1.	$0,00 < C < 0,50$	Rendah
2.	$0,50 < C < 0,75$	Sedang
3.	$0,75 < C < 1,00$	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.

J. Parameter Fisika dan Kimia

1. Suhu (Data Sekunder)

Tiap organisme perairan mempunyai batas toleransi yang berbeda terhadap perubahan suhu perairan bagi kehidupan dan pertumbuhan organisme perairan. Hewan laut misalnya hidup dalam batas-batas suhu tertentu. Ada yang mempunyai toleransi yang besar terhadap perubahan suhu, disebut bersifat euriterm. Ada pula yang toleransinya kecil disebut bersifat stenoterm. Hewan yang hidup di zona pasang-surut dan sering mengalami kekeringan mempunyai daya tahan yang besar terhadap perubahan suhu. Kisaran suhu yang baik bagi kehidupan organisme perairan adalah antara 18-30 oC (Nontji, 2002).

2. Salinitas

Salinitas adalah jumlah total garam-garam terlarut (dinyatakan dalam gram), yang terkandung dalam 1 kg air laut. Di daerah khatulistiwa, salinitas mempunyai nilai yang rendah. Salinitas tertinggi terdapat di daerah lintang 20° LU dan 20° LS, kemudian menurun kembali pada daerah lintang yang lebih tinggi. Keadaan salinitas yang rendah pada daerah sekitar ekuator disebabkan oleh tingginya curah hujan (Wiwoho, 2008).

Salinitas merupakan faktor abiotik yang sangat menentukan penyebaran biota laut termasuk makrozoobenthos. Salinitas juga berperan dalam mempengaruhi proses osmoregulasi biota perairan termasuk makrozoobenthos (BP3 Ambon, 2012).

Kehidupan beberapa jenis makrozoobentos tergantung pada rendahnya salinitas, tetapi ada juga sebaliknya. Perubahan salinitas sangat berpengaruh terhadap perkembangan beberapa jenis makrozoobentos sejak larva sampai dewasa. Adanya masukan air sungai atau hujan akan menurunkan kadar salinitas yang mengakibatkan kematian beberapa jenis makrozoobentos tersebut. Beberapa jenis yang lainnya memang sudah mengalami proses aklimasi, dan daya tahan terhadap lingkungan yang tanpa ada kesulitan (Arief, 2003).

3. Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman (pH) digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaan yang dimiliki oleh suatu zat. Nilai pH menggambarkan intensitas keasaman dan kebasaan suatu perairan yang ditunjukkan oleh keberadaan ion hidrogen. Perubahan nilai pH merupakan salah satu indikator kualitas perairan pada estuari. Setiap spesies organisme perairan memiliki kisaran toleransi yang berbeda terhadap pH. Nilai pH yang ideal bagi kehidupan organisme akuatik pada umumnya berkisar 7 - 8,5 (KepMen LH, 2004).

Tabel 4. Pengaruh pH terhadap komunitas biologi perairan (Effendi, 2003)

Nilai pH	Pengaruh Umum
6,0 – 6,5	Keanekaragaman benthos sedikit menurun Kelimpahan total, biomassa, dan produktifitas tidak mengalami perubahan

5,5 – 6,0	Penurunan nilai keanekaragaman benthos semakin tampak Kelimpahan total, biomassa, dan produktivitas masih belum mengalami perubahan yang berarti
5,0 – 5,5	Penurunan keanekaragaman dan komposisi jenis benthos semakin besar Terjadi penurunan kelimpahan total dan biomassa benthos
4,5 – 5,0	Penurunan keanekaragaman dan komposisi jenis benthos semakin besar Penurunan kelimpahan total dan biomassa benthos
4,5 – 5,0	Penurunan keanekaragaman dan komposisi jenis benthos semakin besar Penurunan kelimpahan total dan biomassa benthos
