

**STRUKTUR KOMUNITAS MAKROZOOBENTHOS PADA
LOKASI DENGAN AKTIVITAS BERBEDA DI PERAIRAN
SUNGAI TALLO KOTA MAKASSAR**

SKRIPSI

Oleh:
ABDUL ASAN YASIR



**Prof. Dr. Ir. Rohani AR, M.Si.
Ir. Marzuki Ukkas, DEA**

**DEPARTEMEN ILMU KELAUTAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2017**

STRUKTUR KOMUNITAS MAKROZOOBENTHOS PADA LOKASI DENGAN AKTIVITAS BERBEDA DI PERAIRAN SUNGAI TALLO KOTA MAKASSAR

Oleh:
ABDUL ASAN YASIR

Skripsi
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana
pada
Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan



**DEPARTEMEN ILMU KELAUTAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2017**

ABSTRAK

ABDUL ASAN YASIR. L111 10 267. Struktur Komunitas Makrozoobenthos Pada Lokasi Dengan Aktivitas Berbeda di Perairan Sungai Tallo Kota Makassar. Dibimbing oleh ROHANI AMBO RAPPE dan MARZUKI UKKAS.

Sungai Tallo adalah Daerah Pengaliran Sungai (DPS) yang cukup besar di Kota Makassar. Sungai ini memiliki fungsi penting bagi masyarakat, sebagai sumber air untuk pengairan lahan pertanian, kebutuhan air bersih rumah tangga maupun industri, perikanan, peternakan, transportasi, pariwisata, dan berbagai fungsi lainnya. Dengan adanya peningkatan pemanfaatan oleh masyarakat pada Sungai Tallo telah menyebabkan terjadinya pencemaran yang cukup tinggi. Makrozoobentos sangat baik digunakan sebagai indikator terjadinya perubahan kondisi perairan karena sifat benthos yang relatif diam atau memiliki mobilitas yang rendah sehingga sangat banyak mendapat pengaruh dari lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi Perairan Sungai Tallo pada aktivitas berbeda dengan melihat struktur komunitas makrozoobentos yang meliputi: komposisi jenis, kelimpahan, keanekaragaman, keseragaman dan dominansi serta parameter fisika dan kimia perairan sebagai parameter pendukung. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2016 – Februari 2017 di Perairan Sungai Tallo Kota Makassar. Stasiun penelitian terbagi atas lima lokasi dengan aktivitas yang berbeda Berdasarkan hasil pengamatan, makrozoobenthos yang ditemukan selama penelitian di perairan Sungai Tallo terdiri dari 2 filum, 3 kelas. Komposisi kelas makrozoobentos pada seluruh stasiun pengamatan terdiri dari Gastropoda (21%), Bivalvia (56%) dan Polychaeta (23%). Nilai kepadatan individu pada kelima stasiun penelitian berkisar antara 200 – 325 ind/m². Indeks keanekaragaman (H') berkisar antara 0.872 – 1.707. Indeks Keseragaman (E) berkisar antara 0.440 – 0.887. Indeks Dominansi (C) berkisar antara 0.210 – 0.591. Indikator kualitas perairan berdasarkan Indeks Diversitas Shanon Wiener (H') perairan Sungai Tallo dapat dikategorikan dalam tingkat keanekaragaman sedang. Kondisi tersebut diduga adanya tekanan ekologi yang berasal dari aktivitas berbeda disekitar perairan yang menghasilkan limbah organik maupun anorganik sehingga dapat mempengaruhi kontribusi nilai indeks keanekaragaman makrozoobentos pada lokasi perairan. Untuk hasil pengukuran parameter fisika-kimia perairan dan substrat di perairan Sungai Tallo secara umum memiliki kisaran yang relatif homogen di seluruh stasiun pengamatan dan masih dapat mendukung kehidupan makrozoobentos.

Kata kunci: Struktur Komunitas, Makrozoobenthos, Aktivitas Berbeda, Perairan Sungai Tallo

ABSTRACTS

ABDUL ASAN YASIR. L111 10 267. Macrozoobenthos Community Structure on Location with Different Activities in Tallo River, Makassar. Supervised by ROHANI AMBO RAPPE and MARZUKI UKKAS.

Tallo River is a River Drainage Area (DPS) which is quite big in Makassar City. This river has an important functions for the community, as a source of water for irrigation of agricultural land, the clean water of households and industries, fisheries, livestock, transportation, tourism, etc. Following the increasing of utilization by the community on Tallo River has caused a high pollution. Makrozoobentos is best used as an indicator of water quality because this organism have low mobility. In this study aims to determine the conditions of Tallo River on different activities by looking at the macrozoobentos community structure, such as: Species composition, abundance, diversity, dominance, physical and chemical parameters of waters as are supporting parameters. This research was conducted in December 2016 - February 2017 in Tallo River of Makassar. Based on the results, The macrozoobentos was found during the research in Tallo River waters consisted of 2 phyla, 3 classes. The composition of Macrozoobenthos for all of observation station Consisting of Gastropoda (21%), Bivalvia (56%) and Polychaeta (23%). Value of Individual density for the five research stations ranged from 200 to 325 ind / m². Diversity index (H') ranged from 0.872 – 1.707. equitability index (E) ranged from 0.440 – 0.887. dominance index (C) ranged from 0.210 – 0.591. The indicator of water quality based on diversity index of Shanon Wiener (H'), Tallo river is could be categorized in the medium level of diversity. The condition is presumed that ecological pressure from different activities around the waters that produce organic or inorganic waste it can influence the contribution of macrozoobentos diversity index. Beside that, for physical and checimacl parameters result and substrat of Tallo river in generally has a relatively homogeneous range throughout the observation station and can still support the life of macrozoobenthos.

Keywords: Community Structure, Macrozoobenthos, Human Activities, Tallo River.

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi : Struktur Komunitas Makrozoobenthos Pada Lokasi Dengan Aktivitas Berbeda di Perairan Sungai Tallo Kota Makassar

Nama : Abdul Asan Yasir

Nim : L 111 10 267

Program Studi : Ilmu Kelautan

Jurusan : Ilmu Kelautan

Skripsi telah diperiksa dan disetujui oleh:

Pembimbing Utama

Pembimbing Anggota

Prof. Dr. Ir. Rohani AR, M.Si.
NIP. 196909131993032004

Ir. Marzuki Ukkas. DEA
NIP.195608011985031001

Mengetahui,

Dekan
Fakultas Ilmu Kelautan dan
Perikanan

Ketua Departemen
Ilmu Kelautan

Prof. Dr. Ir. Jamaluddin, M.Sc.
NIP. 196703081990031001

Dr. Mahatma Lanuru, ST., M.Sc.
NIP. 197010291995031001

Tanggal lulus: 26 Juli 2017

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Ratulene pada tanggal 12 Maret 1991 dari pasangan Yasmaun S.Pd.I dan Nurmin S. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Penulis mengawali pendidikan formal di SDN 027 Samarinda Seberang, Kalimantan Timur pada tahun 1998 dan lulus pada tahun 2004 kemudian melanjutkan sekolah ke MTs Amanah Putra, Kabupaten Poso dan lulus pada tahun 2007. Penulis kemudian melanjutkan pendidikan di SMKN 1 Poso Pesisir, Kabupaten Poso dan lulus pada tahun 2010. Pada tahun yang sama penulis diterima sebagai Mahasiswa di Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin, Makassar melalui jalur tulis SNMPTN.

Penulis juga telah mengikuti rangkaian Kuliah Kerja Nyata Reguler (KKN) Gelombang 85 tahun 2013 di Desa Paku, Kecamatan Polewali, Kabupaten Polewali Mandar, Sulawesi Barat dan Praktek Kerja Lapangan (PKL) di Desa Paku, Kecamatan Polewali, Kabupaten Polewali Mandar, Sulawesi Barat.

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah *Subhaanahuwata'ala* atas segala berkah dan anugrah-Nya sehingga penulis masih diberi kesehatan dan kemampuan sehingga penyusunan skripsi ini dengan judul “**STRUKTUR KOMUNITAS MAKROZOOBENTHOS PADA LOKASI DENGAN AKTIVITAS BERBEDA DI PERAIRAN SUNGAI TALLO KOTA MAKASSAR**” dapat selesai meskipun masih banyak kekurangan didalamnya.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin. Segala upaya dan usaha telah dilakukan dalam penyusunan skripsi ini, akan tetapi penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan dan terdapat kekurangan mengingat keterbatasan kemampuan penulis. Untuk itu, penulis senantiasa terbuka terhadap segala kritik dan saran yang bermanfaat dari semua pihak yang membaca skripsi ini.

Selama studi hingga akhir penulisan skripsi ini, penulis sadar bahwa semua ini dapat terselesaikan berkat dukungan doa, bantuan, dan dorongan serta semangat yang diberikan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada:

1. Kedua orang tua penulis: Ayahanda tercinta **Yasmaun S.Pd.I** dan ibunda tersayang **Nurmin S** atas setiap doa, bimbingan, pengorbanan, nasehat, dan kasih sayang, serta bantuan tenaga dan materil sampai saat ini. Tak dapat ku balas cintamu dan takkan kulupakan nasehatmu.
2. Adindaku tercinta **Mita Kurniati Dewi** yang telah memberi dukungan, semangat bahkan nasehat dalam menapaki hidup ini.

3. Ibu **Prof. Dr. Ir. Rohani AR, M.Si** selaku pembimbing utama sekaligus pembimbing akademik dan Bapak **Ir. Marzuki Ukkas DEA** selaku pembimbing anggota dalam penyelesaian skripsi yang telah memberikan arahan, bimbingan dan motivasi serta bantuan dalam konsultasi dengan penuh dedikasi dan kesabaran.
4. Bapak dan Ibu dosen Departemen Ilmu Kelautan yang telah membagikan pengetahuan dan pengalaman kepada penulis.
5. Para Staf Departemen Ilmu Kelautan, FIKP, yang telah membantu dan melayani penulis dengan baik dan tulus.
6. Teman-teman yang telah meluangkan waktu serta tenaganya dalam membantu penulis mengambil data di lapangan maupun di laboratorium yakni: **Thalib, Syukri, Yamin, Sadik, Oci dan Samsul Basri.**
7. Saudara dan saudariku **KONSERVASI (2010): Nenni, Eky, Frans, Akram, Iswan, Hans, Ikram, Ifa, Nisa, Zusan, Hesty, Fira, Mangando, Budy, Januar, Eka, Putra, Andri, Weindri, Tuti, Asri, Thalib, Dian, Dillah, Saldi, Zulfi, Ulil, Mudin, Ria, Roni, Mardi, Tendri, Cute, Ashar, Chandra, Cia, Mito, Ipul, Uli', dan Wahid.** Kita adalah orang yang memiliki perbedaan tetapi menjadi satu keluarga yang telah melewati berbagai kondisi, membuat berbagi pengalaman dan menciptakan berbagai pelajaran dan impian. Jangan melupakan kebersamaan dalam suka dan duka yang telah terjadi selama ini.
8. Teman-teman KKN Desa Paku: **Anchi, Sarfin, Cumet, Danti dan Sry Syamsuluri** serta Kepala Desa Paku Pak **Ir. Syarifudin Latu** atas bantuan dan tumpangnya.
9. Terakhir untuk semua pihak yang telah membantu tapi tidak sempat disebutkan satu persatu, terima kasih untuk segala bantuannya, semoga Allah *Subhaanahuwata'ala* membalas semua bentuk kebaikan dan ketulusan yang telah diberikan.

Akhir kata penulis dengan kerendahan hati mempersembahkan skripsi ini, penulis berharap semoga skripsi ini dapat diterima dan bermanfaat bagi semua pihak.

Makassar, Juli 2017

Abdul Asan Yasir

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan dan Kegunaan	2
C. Ruang Lingkup Penelitian	2
II. TINJAUAN PUSTAKA	3
A. Estuaria	3
1. Defenisi Estuaria	3
2. Jenis-Jenis Estuaria	3
3. Potensi Pencemaran di Estuaria	5
4. Organisme Estuaria	6
B. Makrozoobenthos	7
C. Suhu, Salinitas, pH, DO, BOT, dan Substrat Dasar Perairan	8
1. Suhu	9
2. Salinitas	9
3. Derajat Keasaman (pH)	10
4. Oksigen Terlarut (DO)	11
5. Bahan Organik Total (BOT)	12
6. Substrat Dasar	13
D. Indeks ekologi	15
1. Keanekaragaman (H')	15
2. Indeks keseragaman (E)	16
3. Indeks dominansi (D)	17
E. Peranan Makrozobenthos Pada Ekosistem Estuari	18
F. Peranan Makrozoobenthos Sebagai Bioindikator Perubahan Lingkungan Perairan	19
G. Hubungan Struktur Sedimen dan Komunitas Makrozoobenthos	20
III. METODOLOGI PENELITIAN	23
A. Waktu dan Tempat	23
B. Alat dan Bahan	23
C. Prosedur Penelitian	24
1. Prosedur di Lapangan	24
2. Pengambilan Data	26
3. Prosedur di Laboratorium	29
D. Analisis Data	30
1. Pengolahan Data Sedimen	30
2. Pengolahan Data Makrozoobenthos	31
3. Analisis Data	33

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	34
A. Gambaran Umum Lokasi.....	34
B. Parameter Oseanografi	34
1. Suhu.....	35
2. Salinitas.....	35
3. Derajat Keasaman (pH).....	36
4. Oksigen Terlarut (Dissolved Oksigen)	37
5. Bahan Organik Total (BOT) Sedimen	37
6. Sedimen	39
C. Struktur Komunitas Makrozoobenthos	40
1. Kepadatan Makrozoobenthos	40
2. Komposisi Jenis Makrozoobenthos.....	42
D. Indeks Keanekaragaman (H'), Indeks Keseragaman (E) dan Indeks Dominansi (D).....	44
1. Indeks keanekaragaman (H').....	45
2. Indeks Keseragaman (E)	47
3. Indeks Dominansi (D)	47
4. Indeks Nilai Penting (INP).....	48
V. SIMPULAN DAN SARAN.....	50
A. Simpulan	50
B. Saran.....	50
DAFTAR PUSTAKA.....	51

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Sumber polutan di estuari	5
Tabel 2. Jenis polutan dan dampak pada wilayah estuari	6
Tabel 3. Pengaruh pH terhadap komunitas biologi perairan.....	11
Tabel 4. Kriteria Kandungan Bahan Organik dalam Sedimen.	12
Tabel 5. Klasifikasi sedimen berdasarkan jenis dan ukuran partikel.....	13
Tabel 6. kategori Indeks Keanekaragaman (H')	16
Tabel 7. kategori Indeks Keseragaman (E)	17
Tabel 8. kategori indeks dominansi (D).....	17
Tabel 9. Skala Wenworth.....	29
Tabel 10. Hasil pengukuran parameter lingkungan	34
Tabel 11. Analisis Sedimen (Perentase BOT, Ukuran Besar Butir dan Jenis Sedimen).	38
Tabel 12. Persentase Jenis Sedimen Pada Setiap Stasiun Penelitian	39
Tabel 13. Indeks Nilai Penting Makrozoobenthos di Perairan Sungai Tallo.....	48

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian.....	23
Gambar 2. Stasiun I.....	25
Gambar 3. Stasiun II.....	25
Gambar 4. Stasiun III.....	25
Gambar 5. Stasiun IV.....	26
Gambar 6. Stasiun V.....	26
Gambar 7. Kepadatan Rerata Makrozoobenthos di Setiap Stasiun Penelitian ...	40
Gambar 8. Komposisi jenis makrozoobenthos.....	42
Gambar 9. Indeks Keanekaragaman (H'), Indeks Keseragaman (E) dan Indeks Dominansi (D) Stasiun Penelitian Sungai Tallo Kota Makassar.....	45

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Data Indeks Ekologi	57
Lampiran 2. Ukuran Butir Sedimen	58
Lampiran 3. Persentase Besar Butir Sedimen	61
Lampiran 4. Berat Organik Total (BOT)	66
Lampiran 5. Data Parameter Lingkungan	67
Lampiran 6. Analisis One Way ANOVA	68
Lampiran 7. Kepadatan Relatif.....	69
Lampiran 8. Frekuensi Relatif	70
Lampiran 9. Dokumentasi Kegiatan	71

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Estuari adalah ekosistem pesisir semi tertutup, sebagai daerah peralihan antara air tawar yang berasal dari sungai dengan air asin dari laut (Leeder, 1982). Wilayah ini meliputi muara sungai dan delta-delta besar, hutan mangrove dekat estuari dan hamparan lumpur dan pasir yang luas. Wilayah ini juga dapat dikatakan sebagai wilayah yang sangat dinamis karena adanya pencampuran antara massa air laut dan tawar membuat tingkat salinitas yang dimiliki dapat berubah-ubah. Berubahnya salinitas estuari dapat dipengaruhi oleh adanya pasang surut air dan musim. Selama musim kemarau, volume air sungai yang masuk berkurang, sehingga air laut dapat masuk sampai ke daerah yang lebih tinggi atau hulu dan menyebabkan salinitas yang dimiliki wilayah estuari meningkat. Sebaliknya yang terjadi apabila pada musim penghujan air tawar yang masuk dari hulu ke wilayah estuari meningkat sehingga salinitas yang dimiliki rendah (Barus, 2002).

Lingkungan yang dinamis, analisis biologi khususnya analisis struktur komunitas hewan benthos dapat memberikan gambaran tentang keadaan terganggu atau tidaknya suatu perairan. Faktor yang mendasari penggunaan benthos sebagai organisme indikator kualitas perairan adalah karena sifat bentos yang relatif diam atau memiliki mobilitas yang rendah sehingga sangat banyak mendapat pengaruh dari lingkungan (Hawkes, 1979 *dalam* Fachrul, 2007).

Sungai Tallo adalah Daerah Pengaliran Sungai (DPS) yang cukup besar di Kota Makassar. Sungai ini memiliki fungsi penting bagi masyarakat, sebagai sumber air untuk pengairan lahan pertanian, kebutuhan air bersih rumah tangga maupun industri, perikanan, peternakan, transportasi, pariwisata, dan berbagai

fungsi lainnya. Dengan adanya peningkatan pemanfaatan oleh masyarakat pada Sungai Tallo telah menyebabkan terjadinya pencemaran yang cukup tinggi.

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka dianggap perlu melakukan penelitian tentang Struktur Komunitas Makrozoobenthos Pada Lokasi Dengan Aktifitas Berbeda Di Perairan Sungai Tallo.

B. Tujuan dan Kegunaan

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui Struktur Komunitas Makrozoobenthos Pada Lokasi Dengan Aktifitas Berbeda di Perairan Sungai Tallo Kota Makassar yang meliputi:

1. Komposisi jenis dan kepadatan makrozoobenthos,
2. Indeks ekologi (keseragaman, keanekaragaman dan dominansi),
3. Parameter fisika dan kimia sebagai parameter pendukung.

Kegunaan dari penelitian ini adalah memberikan informasi peranan makrozoobenthos sebagai bioindikator pencemaran di perairan Sungai Tallo dan menjadi dasar pengelolaan lebih lanjut.

C. Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup pada penelitian ini adalah pengukuran parameter lingkungan seperti suhu, salinitas, derajat keasaman (pH), oksigen terlarut (DO), bahan organik total (BOT) sedimen, dan ukuran partikel sedimen. Serta makrozoobenthos yang meliputi pengukuran: komposisi jenis, kelimpahan, indeks keanekaragaman, keseragaman dan dominansi serta indeks nilai penting.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Estuaria

1. Defenisi Estuaria

Estuari merupakan suatu komponen ekosistem pesisir yang dikenal sangat produktif dan paling mudah terganggu oleh tekanan lingkungan yang diakibatkan kegiatan manusia maupun oleh proses-proses alamiah (Dahuri, 1992). Dilain pihak sebagian besar penduduk dunia (hampir mencapai 70%) bermukim di sekitar wilayah pesisir dan sepanjang tepian sungai termasuk di Indonesia. Estuari yang berasal dari bahasa Latin aestus, berarti pasang-surut (Odum, 1998). Berdasarkan definisi Pritchard (*dalam* Odum 1998), estuari merupakan suatu bentukan masa air yang semi tertutup di lingkungan pesisir, yang berhubungan langsung dengan laut lepas, sangat dipengaruhi oleh efek pasang-surut dan massa airnya merupakan campuran dari air laut dan air tawar. Muara sungai, teluk-teluk di daerah pesisir, rawa pasang-surut dan badan air yang terpisah dari laut oleh pantai penghalang (*barrier beach*), merupakan contoh dari sistem perairan estuari. Estuari dapat dianggap sebagai zona transisi (ekoton) antara habitat laut dan perairan tawar, namun beberapa sifat fisis dan biologis pentingnya tidak memperlihatkan karakteristik peralihan, lebih cenderung terlihat sebagai suatu karakteristik perairan yang khas (unik). Penggunaan dan pelanggaran atas zona estuari oleh aktifitas manusia saat ini telah mencapai tingkat yang sangat kritis, sehingga amatlah penting untuk lebih memasyarakatkan pemahaman tentang kekhususan dan fungsi dari perairan ini.

2. Jenis-Jenis Estuaria

Estuari merupakan bentukan badan air yang sangat khas baik dilihat dari segi morfologi, fisis maupun sebagai suatu sistem secara keseluruhan.

Menurut Pritchard (1967) *dalam* Rositasari dan Rahayu (1994) menyatakan bahwa secara geomorfologi estuari terbagi menjadi 4 macam sebagai berikut:

- a. Estuari yang berupa rata-rata tergenang (*Drowned river valley*).

Biasanya banyak terbentuk di sepanjang pantai yang memiliki rata-rata pantai yang dangkal dan lebar. Pada musim penghujan, air dari sungai menghantarkan sejumlah besar sedimen ke arah estuari. Sedangkan pada musim kemarau aliran dari laut mendominasi lingkungan estuari, karena debit air dari sungai sangat rendah.

- b. Estuari bertipe *fyord*. Tipe estuari ini biasanya terbentuk di perairan dalam.

Morfologi dasar perairan estuari ini biasanya berbentuk huruf U. Kurun sejarah pembentukannya diperkirakan dimulai pada jaman es (*glacial period*), sehingga dapat digolongkan sebagai bentukan geologis berumur tua.

- c. Estuari dengan pasir penghalang (*bar-built estuaries*).

Merupakan cekungan dangkal yang sebagian dasar perairannya akan muncul pada saat surut. Perairan ini dapat dikategorikan sebagai perairan semi tertutup, dengan adanya gundukan pasir penghalang (*bars*) atau pulau-pulau penghalang (*barrier islands*). Bentuk penghalang tersebut terputus-putus oleh saluran-saluran kecil (*inlet*) yang berhubungan langsung dengan laut lepas. Pada kasus-kasus tertentu tumpukan pasir tersebut diendapkan di laut, pada kasus lain tumpukan pasir penghalang tersebut merupakan bekas bentukan bukit-bukit pasir yang berubah karena terisolasi oleh kenaikan permukaan laut secara bertahap.

- d. Estuari yang terbentuk oleh proses vulkanik

Tipe estuari ini terbentuk dari lekukan garis pantai (pesisir), dimana lekukan tersebut terbentuk karena terjadinya patahan geologis atau oleh

penurunan muka bumi secara lokal, proses tersebut biasanya diikuti dengan pemasukan air tawar yang besar.

3. Potensi Pencemaran di Estuaria

Perubahan lingkungan pada wilayah pesisir menyebabkan dampak serius bagi kesehatan lingkungan estuari. Hal tersebut dikarenakan wilayah estuari mendapat masukan polutan dari berbagai sumber dan berdampak bagi kawasan estuary (Ohrel and Register, 2006).

Tabel 1. Sumber polutan di estuari (Kennish, 2002)

No	Sumber polutan	Persentase (%)
1.	Daratan: <ul style="list-style-type: none"> • Non-point sources dari daratan • Saluran pipa pembuangan secara langsung • Aliran sungai 	44%
2.	Deposisi atmosfer	33 %
3.	Transportasi laut	12 %
4.	Lahan pembuangan sampah di laut	10 %

Polutan atau limbah yang menjadi permasalahan utama bagi pencemaran di estuari adalah pengkayaan nutrisi, masukan karbon organik, tumpahan minyak dan bahan kimia toksik. Pengkayaan nutrisi, masukan karbon organik dan masukan patogen secara-terus menerus berdampak pada kualitas perairan estuari. Tumpahan minyak secara langsung menurunkan kualitas habitat estuari. Bahan kimia toksik membahayakan kesehatan organisme estuari baik secara letal maupun sub-letal. Selain permasalahan tersebut, permasalahan lain timbul dari adanya masukan sampah yang dari waktu ke waktu semakin banyak terakumulasi di perairan estuari baik yang mengapung

di perairan ataupun di sepanjang garis pantai estuari. Sampah tersebut tidak hanya menurunkan nilai estetika estuari, namun juga berbahaya bagi organisme seperti burung laut dan reptil apabila tertelan atau termakan bahkan hingga terjebak (Kennish, 2002). Secara umum dampak dari polutan terhadap lingkungan estuari seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Jenis polutan dan dampak pada wilayah estuari (Ohrel and Register, 2006)

Sumber	Jenis Polutan	Dampak
Lahan pertanian	Sedimen, nutrien, pestisida	<ul style="list-style-type: none"> • Penurunan tingkat kejernihan air • Toksisitas bagi organisme • Peningkatan pertumbuhan alga • Penurunan kadar oksigen terlarut • Perubahan suhu air
Lahan peternakan	Fecal bakteri, sedimen, nutrien	<ul style="list-style-type: none"> • Memungkinkan adanya masukan patogen • Penurunan tingkat kejernihan air • Perubahan suhu air
Hutan	Sedimen	<ul style="list-style-type: none"> • Penurunan tingkat kejernihan air • Perubahan suhu air
Pertambangan	Limbah asam, sedimen	<ul style="list-style-type: none"> • Penurunan tingkat kejernihan air • Berdampak pada pH dan alkalinitas
Limbah industri	Sedimen, toksin	<ul style="list-style-type: none"> • Penurunan tingkat kejernihan air • Berdampak pada pH dan alkalinitas • Beracun bagi organisme
Pengolahan limbah tanaman	Nutrien, padatan tersuspensi, fecal bakteri	<ul style="list-style-type: none"> • Penurunan tingkat kejernihan air • Mempercepat pertumbuhan alga • Penurunan kadar oksigen terlarut • Peningkatan BOD • Perubahan pH dan suhu perairan
Konstruksi	Sedimen, toksin, nutrient	<ul style="list-style-type: none"> • Memungkinkan adanya masukan patogen • Penurunan tingkat kejernihan air • Mempercepat pertumbuhan alga • Penurunan kadar oksigen terlarut • Perubahan pH dan suhu perairan • Beracun bagi organisme
Limpasan Perkotaan	Sedimen, nutrien, logam, senyawa hidrokarbon dari bahan bakar, bakteri	<ul style="list-style-type: none"> • Penurunan tingkat kejernihan air • Mempercepat pertumbuhan alga • Penurunan kadar oksigen terlarut • Peningkatan BOD • Perubahan pH dan suhu perairan • Beracun bagi organisme • Memungkinkan adanya masukan patogen
Sistem septik	Fecal bakteri, nutrient	<ul style="list-style-type: none"> • Mempercepat pertumbuhan alga • Penurunan kadar oksigen terlarut • Peningkatan BOD • Perubahan pH dan suhu perairan
Transportasi laut	Toksin, nutrien, bakteri	<ul style="list-style-type: none"> • Mempercepat pertumbuhan alga • Penurunan kadar oksigen terlarut • Peningkatan BOD • Memungkinkan adanya masukan pathogen

4. Organisme Estuaria

Fauna khas estuaria adalah hewan-hewan yang dapat mentolerir kadar garam antara 5-30 ‰, namun tidak ditemukan pada wilayah-wilayah yang sepenuhnya air tawar atau air laut. Di antaranya terdapat beberapa jenis tiram dan kerang (*Ostrea*, *Scrobicularia*), siput kecil Hydrobia, udang Palaemonetes,

dan cacing (polychaeta) *Nereis* sp. di samping itu terdapat pula fauna-fauna yang tergolong peralihan, yang berada di estuaria untuk sementara waktu saja. Beberapa jenis udang *Penaeus*, misalnya, menghabiskan masa juvenilnya di sekitar estuaria, untuk kemudian pergi ke laut ketika dewasa. Jenis-jenis sidat (*Anguilla*) dan ikan salem (*Salmo*, *Onchorhynchus*) tinggal sementara waktu di estuaria dalam perjalanannya dari hulu sungai ke laut atau sebaliknya, untuk memijah dan banyak jenis hewan lain, dari golongan ikan, reptil, burung dan lain-lain yang datang ke estuaria untuk mencari makanan (Nybakken, 1992).

B. Makrozoobenthos

Organisme benthos adalah organisme yang mendiami dasar perairan atau tinggal di dalam sedimen dasar. Organisme benthos meliputi organisme nabati yang disebut *fitobenthos* dan organisme hewani disebut *zoobenthos* (Odum, 1998). Selanjutnya Lind (1979) memberikan definisi, benthos adalah semua organisme yang hidup pada lumpur, pasir, batu kerikil, maupun sampah organik baik didasar perairan laut, danau, kolam, ataupun sungai, merupakan hewan melata, menetap, menempel, memendam, dan meliang di dasar perairan tersebut.

Menurut Vernberg *et al*, (1981) berdasarkan ukurannya benthos dibedakan menjadi:

1. Makrobenthos, organisme yang hidup di dasar perairan yang berukuran 1 atau 2 mm, yang pada pertumbuhan dewasanya berukuran 3-5 mm. Berdasarkan letaknya dibedakan menjadi infauna dan epifauna, dimana infauna adalah kelompok makrobenthos yang hidup terpendam di bawah substrat, sedangkan epifauna adalah kelompok makrobenthos yang hidup di permukaan substrat.
2. Mesobenthos, organisme yang mempunyai ukuran antara 0.1-1.0 mm, misalnya golongan protozoa yang berukuran besar (*Cidaria*) cacing yang berukuran kecil dan crustacea yang sangat kecil.

3. Mikrobenthos, organisme yang mempunyai ukuran kurang dari 0.1 mm, misalnya protozoa.

Peran makrozoobenthos di dalam ekosistem akuatik adalah:

- 1) Melakukan proses mineralisasi dan daur ulang bahan organik (Lind, 1979);
- 2) Sebagai bagian dalam rantai makanan detritus dalam sumber daya perikanan (Odum, 1998); dan
- 3) Sebagai bioindikator perubahan lingkungan (Hawkes, 1976).

Makrozoobenthos memiliki sifat kepekaan terhadap beberapa bahan pencemar, mobilitas yang rendah, mudah ditangkap serta memiliki kelangsungan hidup yang panjang. Oleh karena itu, peran makrozoobenthos dalam keseimbangan suatu ekosistem perairan termasuk lahan budidaya dapat menjadi indikator kondisi ekologi terkini pada suatu kawasan tertentu:

Sejalan dengan kebiasaan makannya, Odum (1998) membagi pula hewan benthos atas:

- a. Filter-feeder yaitu hewan yang menyaring partikel-partikel detritus yang masih melayang-layang dalam perairan misalnya *Balanus (Crustacea)*, *Chaetopterus (polychaeta)* dan *Crepudila (Gastropoda)*.
- b. Deposit-feeder yaitu hewan benthos yang memakan partikel-partikel detritus yang telah mengendap pada dasar perairan misalnya *Terebella* dan *Amphitrile (Polychaeta)*, *Tellina* dan *Arba*.

C. Suhu, Salinitas, pH, DO, BOT, dan Substrat Dasar Perairan

Distribusi hewan makrozoobenthos sangat ditentukan oleh sifat fisika, kimia dan biologi perairan. Sifat fisika yang berpengaruh langsung terhadap hewan makrozoobenthos adalah kedalaman, kecepatan arus, kekeruhan, substrat dasar dan suhu perairan. Sedangkan sifat kimia yang berpengaruh langsung adalah derajat keasaman dan kandungan oksigen terlarut (Odum, 1998).

Karakteristik habitat meliputi faktor fisika-kimia yang mempengaruhi distribusi makrozobenthos antara lain:

1. Suhu

Suhu merupakan faktor fisik yang sangat berpengaruh pada organisme di daerah estuari. Suhu pada perairan estuari biasanya fluktuasi diurnal dan tahunan yang lebih besar jika dibandingkan dengan perairan laut, terutama pada perairan estuari yang dangkal dan dasarnya terekspos saat surut (Kinne, 1964).

Suhu air di daerah estuari lebih bervariasi daripada perairan pantai yang berada didekatnya. Hal ini terjadi karena di estuaria volume air lebih kecil, sedangkan luas permukaan lebih besar. Dengan demikian pada kondisi atmosfer yang ada, air estuari lebih cepat panas dan lebih cepat dingin. Penyebab lain terjadinya variasi ini ialah masuknya air tawar dari sungai. Air tawar di sungai lebih dipengaruhi oleh perubahan suhu musiman daripada air laut. Suhu estuari lebih rendah pada musim dingin dan lebih tinggi pada musim panas daripada perairan pantai sekitarnya (Dianthani, 2003; Thoha, 2003).

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).

Sebaran salinitas yang berada di daerah estuari, dikelompokkan dalam tiga kategori yaitu:

- Oligohalin yang berkadar garam rendah (0,5% – 3 %).
- Mesohalin yang berkadar garam sedang (3% – 17 %).

- Polihalin yang berkadar garam tinggi, yaitu diatas 17 %.

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).

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. Nilai pH di estuari dapat berkurang akibat pengaruh aliran sungai yang membawa sejumlah bahan organik dan senyawa nitrogen-nitrat yang terkandung didalamnya (Susana, 2009).

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).

Pada perairan estuari, nilai pH memiliki bervariasi pada kondisi air pasang dan surut. Pada kondisi air pasang, nilai pH terbesar berada di daerah hulu. Hal ini disebabkan oleh kandungan salinitas pada hulu tidak terlalu besar dan air laut yang masuk ke daerah hulu hanya sedikit. Sedangkan pada kondisi air surut, nilai pH terbesar berada pada daerah hilir. Hal ini disebabkan pada daerah hilir terjadi penumpukan zat-zat yang terbawa dari daerah muara sungai (Supiyati dkk., 2012).

Tabel 3. 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. Oksigen Terlarut (DO)

Oksigen terlarut merupakan suatu faktor yang sangat penting dalam perairan, terutama dalam proses respirasi sebagian besar organisme air termasuk makrozoobenthos. Menurut Darmono (2001) kehidupan makhluk hidup di dalam air tergantung dari kemampuan air untuk mempertahankan konsentrasi oksigen minimal yang dibutuhkan untuk kehidupannya.

Oksigen terlarut dapat berasal dari proses fotosintesis tanaman air, dimana jumlahnya tidak tetap tergantung dari jumlah tanamannya dan dari atmosfer (udara) yang masuk kedalam air. Fardiaz (1992) menyatakan konsentrasi oksigen terlarut yang terlalu rendah akan mengakibatkan biota perairan yang membutuhkan oksigen akan mati. Kelarutan maksimum oksigen di dalam air pada temperatur 0°C adalah sebesar 14,16 mg/l. Peningkatan temperatur air akan menyebabkan konsentrasi oksigen dalam perairan akan menurun, demikian pula sebaliknya. Kelarutan oksigen akan berkurang dengan meningkatnya salinitas sehingga oksigen di laut ataupun perairan estuari

cenderung lebih rendah dari kadar oksigen di perairan tawar (Effendi, 2003). Kisaran toleransi makrozoobenthos terhadap oksigen terlarut berbeda-beda.

5. Bahan Organik Total (BOT)

Kandungan bahan organik dalam sedimen sangat bervariasi bergantung pada lingkungan pengendapannya. Nybakken (1992) menyatakan bahwa sumber penting bahan organik berasal dari daratan melalui sungai sehingga di daerah yang berdekatan dengan muara sungai terdapat sejumlah besar bahan organik. Lebih lanjut menjelaskan bahwa bahan organik banyak ditemukan pada sedimen lumpur yang berukuran halus. Hal ini disebabkan pergerakan air di daerah tersebut cenderung rendah sehingga bahan organik akan terendapkan dan terakumulasi dalam sedimen.

Hutabarat dan Evans (1985) menjelaskan bahwa di dalam perairan, bahan organik terdapat dalam bentuk detritus. Sejumlah besar bahan organik tersebut terbentuk dari sisa-sisa tumbuhan atau hewan bentik yang di perairan pantai dangkal. Sumber bahan organik yang lain adalah sisa-sisa organisme pelagis yang mati dan tenggelam ke dasar perairan, serta kotoran binatang di perairan. Odum (1993) menjelaskan bahwa bahan organik yang terlepas dari pembusukan terkumpul dalam sedimen suatu perairan. Reynold (1971) mengklasifikasikan kandungan bahan organik yang terlihat dalam Tabel 4.

Tabel 4. Kriteria Kandungan Bahan Organik dalam Sedimen, Reynold (1971).

No	Kandungan Bahan Organik (%)	Kriteria
1	>35	Sangat Tinggi
2	17-35	Tinggi
3	7-17	Sedang
4	3.5-7	Rendah
5	< 3.5	Sangat Rendah

6. Substrat Dasar

Substrat dasar merupakan salah satu faktor utama yang sangat mempengaruhi kehidupan, perkembangan dan keragaman makrozoobenthos (Hynes, 1976). Substrat dasar berupa bebatuan merupakan tempat bagi spesies yang melekat sepanjang hidupnya, sedangkan substrat dasar yang halus seperti pasir dan lumpur menjadi tempat makanan dan perlindungan bagi organisme yang hidup di dasar perairan (Lalli dan Parsons, 1993). Ukuran partikel sedimen merupakan salah satu cara mudah untuk menentukan klasifikasi sedimen. Klasifikasi berdasarkan ukuran partikelnya yang banyak digunakan yaitu skala Wenwothr dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 5. Klasifikasi sedimen berdasarkan jenis dan ukuran partikel (Hutabarat dan Evans, 1984)

Jenis partikel	Ukuran (mm)
Pasir Sangat Kasar	1-2
Pasir Kasar	0.5-1
Pasir Sedang	0.25-0.5
Pasir Halus	0.125-0.25
Pasir Sangat Halus	0.0625-0.125
Lanau	0.0039-0.00625
Lempung	<0.0039

Daerah estuaria merupakan tempat bertemunya arus air sungai yang mengalir ke laut dengan arus pasang surut air laut yang keluar masuk sungai, yang mana aktivitas ini telah menyebabkan pengaruh yang sangat kuat terhadap terjadinya sedimentasi, baik yang berasal dari sungai maupun yang berasal dari laut atau sedimen yang tercuci dari daratan di sekitarnya (Supriharyono, 2002).

Kebanyakan daerah estuaria didominasi oleh substrat berlumpur yang sering kali sangat lunak. Substrat berlumpur ini berasal dari sedimen yang

di bawa ke dalam estuaria baik oleh air laut maupun oleh air tawar. Air sungai mengangkut partikel Lumpur dalam bentuk suspensi, yang ketika partikel tersebut mencapai dan bercampur dengan air laut di estuaria, maka kehadiran berbagai ion yang berasal dari air laut menyebabkan partikel lumpur menggumpal, membentuk partikel yang lebih besar dan lebih berat serta mengendap membentuk dasar lumpur yang khas. Air laut mengangkut cukup banyak materi tersuspensi, dan ketika air laut ini masuk ke estuaria, maka kondisi terlindung mengurangi gerakan air yang selama ini bertanggung jawab mempertahankan berbagai partikel dalam suspensi. Akibatnya adalah partikel akan mengendap dan berperan dalam pembentukan substrat lumpur atau pasir. Peran relative partikel yang dibawa oleh air tawar atau air laut terhadap pembentukan substrat lumpur tidaklah sama dari suatu estuaria ke estuaria lainnya dan juga bergantung pada letak geografiknya (Nybakken, 1992).

Clay mineral dapat mengikat logam-logam berat yang ada di perairan laut seperti Cobalt, Selenium, Silver. Selain itu mineral ini juga diketahui mempunyai kemampuan mengadsorpsi unsur hara, seperti silicon, phosporus, dan nitrogen. Lebih lanjut adsorpsi maksimum pada kondisi perairan yang agak asam, naik dengan kenaikan suhu dan berkurang dengan turunnya salinitas. Ditinjau dari pola arus pasang surut, di daerah estuaria memungkinkan terperangkapnya unsur-unsur hara di daerah tersebut yang menyebabkan suburnya perairan di daerah tersebut.

Ada 3 faktor yang mendukung terperangkapnya unsur-unsur hara di daerah estuaria, yaitu:

1. Sifat sedimen di daerah estuaria yang mempunyai kapasitas adsorpsi yang tinggi, sehingga sedimen ini mengandung banyak zat hara

2. Adanya proses biodeposisi berupa "*Faecal pellets*" atau "*Pseudofeces*" oleh mollusca dan crustacean, yaitu *filter feeders* yang dalam seharusnya dapat merubah sedimen menjadi "*Faecal pellets*" atau "*Pseudofeces*". Dengan cara ini zat-zat hara disimpan dalam organisme-organisme atau dalam sedimen
3. Adanya sistem sirkulasi air yang berupa kombinasi antara arus horizontal akibat pasang surut dan gerakan vertical massa air karena perbedaan salinitas, yang mengakibatkan kecenderungan tersebarnya zat-zat hara di perairan estuaria (Supriharyono, 2002).

D. Indeks ekologi

1. Keanekaragaman (H')

Indeks keanekaragaman adalah penggambaran yang menunjukkan sifat suatu komunitas yang memperlihatkan tingkat keanekaragaman dalam suatu komunitas. Menurut sifat komunitas, keanekaragaman ditentukan dengan banyaknya jenis serta pemerataan kelimpahan individu tiap jenis yang didapatkan. Semakin besar nilai suatu keanekaragaman berarti semakin banyak jenis yang didapatkan dan nilai ini sangat bergantung kepada nilai total dari individu masing masing jenis atau genera (Odum, 1998).

Keanekaragaman (H') mempunyai nilai terbesar jika semua individu berasal dari genus atau spesies yang berbeda-beda, sedangkan nilai terkecil didapat jika semua individu berasal dari satu genus atau spesies saja (Odum, 1998). Adapun kategori indeks keanekaragaman jenis dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. kategori Indeks Keanekaragaman (H')

No	Keanekaragaman (H')	Kategori
1	$H' < 2,0$	Rendah
2	$2,0 < H' < 3,0$	Sedang
3	$H' \geq 3,0$	Tinggi

Nilai indeks keanekaragaman dengan kriteria sebagai berikut:

- $H' < 2,0$: Keanekaragaman genera/spesies rendah, penyebaran jumlah individu tiap genera/spesies rendah, kestabilan komunitas rendah dan keadaan perairan mulai tercemar.
- $2,0 < H' < 3,0$: Keanekaragaman sedang, penyebaran jumlah individu sedang dan kestabilan perairan telah tercemar sedang.
- $H' \geq 3,0$: Keanekaragaman tinggi, penyebaran jumlah individu tiap spesies/genera tinggi, kestabilan komunitas tinggi dan perairannya masih belum tercemar.

2. Indeks keseragaman (E)

Indeks keseragaman adalah penggambaran mengenai sifat organisme yang mendiami suatu komunitas yang dihuni atau didiami oleh organisme yang sama atau seragam. Keseragaman (E) dapat menunjukkan keseimbangan dalam suatu pembagian jumlah individu tiap jenis.

Keseragaman (E) mempunyai nilai yang besar jika individu yang 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. 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, 1998).

Tabel 7. kategori Indeks Keseragaman (E)

No	keseragaman (E)	Kategori
1	$0,00 < E < 0,50$	Tertekan
2	$0,50 < E < 0,75$	Labil
3	$0,75 < E < 1,00$	Stabil

3. Indeks dominansi (D)

Indeks dominansi adalah penggambaran suatu kondisi dimana suatu komunitas didominasi oleh suatu organisme tertentu. Dominasi (D) merupakan penggambaran mengenai perubahan struktur dan komunitas suatu perairan untuk mengetahui peranan suatu sistem komunitas serta efek gangguan pada komposisi, struktur dan laju pertumbuhannya. Jika nilai indeks dominansi mendekati satu berarti suatu komunitas didominasi oleh jenis tertentu, dan jika nilai indeks dominansi mendekati nol berarti tidak ada yang dominan. Kategori Indeks Dominansi dapat dilihat di Tabel 8.

Tabel 8. kategori indeks dominansi (D)

No	keseragaman (E)	Kategori
1	$0,00 < D < 0,50$	Rendah
2	$0,50 < D < 0,75$	Sedang
3	$0,75 < D < 1,00$	Tinggi

E. Peranan Makrozobenthos Pada Ekosistem Estuari

Hewan makrozobenthos mempunyai peranan penting dalam pembentukan habitat sedimen. Organisme ini dapat menstimulasi dan meningkatkan proses mineralisasi materi organik (Heilskov dan Holmer, 2001), dan meningkatkan pertukaran partikel dalam lapisan batas antara air dan sedimen (Graf & Rosenberg, 1997). Hewan ini berperan penting dalam rantai makanan melalui transfer karbon organik kembali ke ekosistem pelagis (Snelgrove, 1999). Melalui mekanisme, seperti peningkatan siklus N melalui nitrifikasi dan denitrifikasi, peningkatan laju oksidasi sedimen, organisme benthik sangat responsive terhadap eutrofikasi dan hypoxia (De Roach et al., 2002; Hansen & Kristensen, 2000), dan karena itu dapat digunakan sebagai bioindikator pengayaan organik (Grall & Chauvaud, 2002). Aktivitas bioturbasi, yaitu pencampuran atau pengadukan dan relokasi sedimen, merupakan salah satu faktor yang paling penting dalam mengendalikan proses-proses yang terjadi di sekitar lapisan oxic (sedimen teroksigenasi) - anoxic (sedimen tidak teroksigen) dari sedimen (Kristensen, 2000). Peranan penting lainnya dari bioturbasi sedimen antara lain:

- a. Mengendalikan laju degradasi materi organik dan karbon melalui aktivitas pencampuran atau pengadukan sedimen (Lohrer et al., 2005).
- b. Menciptakan lapisan oxic/anoxic pada sedimen sebagai microhabitat dalam sedimen (Kristensen, 2000).

Komposisi sedimen dikontrol terutama oleh kekuatan hidrodinamika perairan setempat (Snelgrove and Butman, 1994). Lingkungan dengan energi yang kuat umumnya dicirikan oleh arus dasar perairan yang kuat, pertukaran makan secara horizontal yang kuat, sedimen berpasir kasar, dan kandungan organik dan mikrobial yang rendah. Sebaliknya pada sedimen yang berlumpur dan berliat, pertukaran makanan secara horizontal lemah, tapi pertukaran vertikalnya kuat

merupakan karakteristik untuk lingkungan yang berenergi lemah (Darnie et al., 2003; Snelgrove and Butman, 1994).

F. Peranan Makrozoobenthos Sebagai Bioindikator Perubahan Lingkungan Perairan

Sumber makanan utama bagi benthos adalah plankton dan organik air hujan dari daratan (sungai). Aktivitas manusia di Daerah Aliran Sungai (DAS) sangat erat kaitannya dengan pemanfaatan air sungai di daerah pemukiman, industri, dan irigasi pertanian. Bahan pencemar yang berasal baik dari aktifitas perkotaan (domestik), industri, pertanian dan sebagainya yang terbawa bersama aliran permukaan (*run off*), langsung ataupun tidak langsung akan menyebabkan terjadinya gangguan dan perubahan kualitas fisik, kimia dan biologi pada perairan sungai tersebut yang pada akhirnya menimbulkan pencemaran. Dimana pencemaran pada badan air selalu berarti turunnya kualitas dan air sampai ke tingkat tertentu akan menyebabkan air dan tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya. Wilayah perairan merupakan media yang rentan terhadap pencemaran, Gaufin *dalam* Wilhm (1975) mengelompokkan jenis makrozoobenthos berdasarkan kepekaannya terhadap pencemaran yang dikerenakan bahan organik yaitu kelompok intoleran, fakultatif dan toleran.

Organisme intoleran yaitu organisme yang dapat tumbuh dan berkembang dalam kisaran kondisi lingkungan yang sempit dan jarang dijumpai di perairan yang kaya organik. Organisme ini tidak dapat beradaptasi bila kondisi perairan mengalami penurunan kualitas. Organisme fakultatif yaitu organisme yang dapat bertahan hidup pada kisaran kondisi lingkungan yang lebih besar bila dibandingkan dengan organisme intoleran. Walaupun organisme ini dapat bertahan hidup di perairan yang banyak bahan organik, namun tidak dapat mentolerir tekanan lingkungan. Organisme toleran yaitu organisme yang dapat tumbuh dan berkembang dalam kisaran kondisi lingkungan yang luas, yaitu

organisme yang sering dijumpai di perairan yang berkualitas jelek. Pada umumnya organisme tersebut tidak peka terhadap berbagai tekanan lingkungan dan kelimpahannya dapat bertambah di perairan yang tercemar oleh bahan organik. Jumlah organisme intoleran, fakultatif dan toleran dapat menunjukkan derajat pencemaran.

Sumber pencemar yang terdapat di sepanjang aliran antara lain: (1) Limbah Organik, dapat bersumber dari limbah pasar, rumah tangga, restoran/rumah makan, industri perikanan dan sebagainya. (2) Limbah Anorganik (logam berat), dapat memberikan kontribusi yang besar terhadap penurunan kualitas sumberdaya air seperti Cu, Zn, Hg, Cd, Cr, Pb dan lain sebagainya. Polutan yang masuk ke perairan sungai juga mengalami proses pengendapan pada sedimen dasar yang dapat bersifat toksik, sehingga berpotensi untuk mencemari sumber-sumber air yang ada bila tidak dikelola secara bijaksana.

Penggunaan makrozoobenthos sebagai indikator kualitas perairan dinyatakan dalam bentuk indeks biologi. Cara ini telah dikenal sejak abad ke 19 dengan pemikiran bahwa terdapat kelompok organisme tertentu yang hidup di perairan tercemar. Jenis-jenis organisme ini berbeda dengan jenis-jenis organisme yang hidup di perairan tidak tercemar. 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 (Abel, 1989; Rosenberg and Resh, 1993).

G. Hubungan Struktur Sedimen dan Komunitas Makrozoobenthos

Banyak spesies makrozoobenthos memiliki hubungan yang kompleks dengan lingkungan sedimen. Kompleksitas ini disebabkan interaksi antara beberapa abiotik (ukuran partikel, kandungan organik dan mikroba, hidrodinamik dan kondisi kimia) dan faktor biotik (predasi, persaingan, dan interaksi biologi lainnya) mempengaruhi terjadinya suatu spesies di habitat mereka. Hal ini dipengaruhi oleh pola makan

dan ketersediaan pangan. *Suspension feeders*, misalnya cenderung paling melimpah di lingkungan berenergi tinggi, sementara *deposit feeders* cenderung paling melimpah di daerah pengendapan sedimen berlumpur halus (Snelgrove, 1999).

Meskipun spesies makrozoobenthos kurang selektif dalam kebutuhan pangan mereka dan bergantung pada kondisi spasial habitatnya (Dernie et al., 2003), hewan masih dapat dikelompokkan berdasarkan kebiasaan makan mereka. Beberapa cara atau tipe makan dari makrozoobenthos:

- a. *Herbivores*, dengan mengkonsumsi jaringan tanaman
- b. *Carnivores/scavenger*, dengan memakan bagian yang hidup atau yang mati dari jaringan hewan
- c. *Parasit*, makan/menghisap cairan dari jaringan yang hidup
- d. *Detritus feeders*, memakan detritus
- e. *Suspension feeders*, memakan partikel organik tersuspensi dan detritus organik

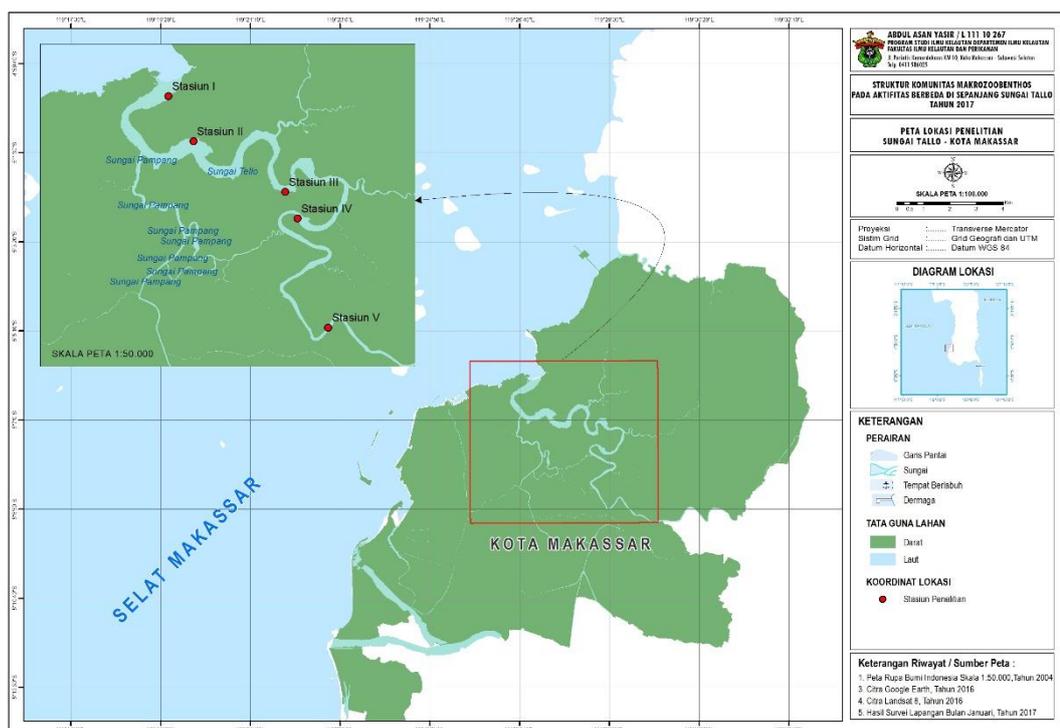
Deposit feeders menyukai habitat dalam sedimen berlumpur lembut yang didominasi oleh tanah liat halus, lumpur dan pasir (Hansen & Josefson, 2004) dan memperoleh nutrisi mereka dari fraksi organik sedimen sebagai partikel makanan, seperti butiran mineral, detritus, diatom, protozoa dan metazoa. *Deposit feeders* memilih partikel berukuran halus yang kemungkinan besar memiliki kandungan organik yang tinggi. Bergantung pada ukuran sebagai sumber makanan bias micropagous atau polifagus. Namun demikian, perbedaan pola makan dapat terjadi pada populasi dalam spesies yang sama (Pardo & Dauer, 2003). *Deposit feeders* berperan utama dalam penyerapan detritus dan dalam transfer energi dan nutrisi ke tingkat tertinggi dari jaring makanan (*food web*) di ekosistem laut. Berdasarkan percobaan laboratorium, penurunan sumber nitrogen makanan dapat mempengaruhi dinamika populasi beberapa *deposit feeders* dengan menurunkan

pertumbuhan individu, jumlah dan/luaran reproduksi. Dengan demikian, ketersediaan detritus segar dapat menjadi sangat penting dalam mengatur distribusi dan dinamika populasinya. Studi konsumsi terhadap deposit feeders di zona aphotic menyimpulkan bahwa mereka memanfaatkan sebagian kecil dari bahan organik mati. Diatom planktonik hidup tidak mungkin sebagai sumber makanan makrozoobenthos. Diatom menjadi tersedia untuk *surface deposit feeders* setelah mereka mati (Hansen & Josefson, 2004). *Sub-surface deposit feeders* umumnya dominan di habitat dasar sedimen yang mengakumulasi bahan organik tertinggi (Rosenberg, 1995). Keberhasilan menggali lubang (*burrowing*) dipengaruhi oleh sifat dari sedimen dan kepadatan *burrowers* lainnya. *Suspension feeders* dapat menghilangkan partikel tersuspensi dari air sekitarnya, sedangkan *deposit feeders* bergantung pada partikel yang telah terdekomposisi di permukaan sedimen. Beberapa megafauna dan macrofauna bias sebagai *suspension feeders*, *surface deposit feeders* dan beberapa spesies macrofauna melakukan keduanya (Snelgrove, 1999; Snelgrove & Butman, 1994). Dalam kaitannya dengan karakteristik sedimen, Darnie *et al.* (2003) mengemukakan bahwa habitat kurang stabil ditandai dengan pasir kasar dan bersih memiliki tingkat pemulihan paling cepat menyusul gangguan lingkungan, sedangkan habitat stabil yang ditandai dengan dengan pasir berlumpur memiliki tingkat/laju pemulihan paling lambat.

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan bulan Desember 2016 - Februari 2017. Lokasi penelitian berada di Sungai Tallo Kota Makassar (Gambar 1). Analisis sampel makrozoobenthos dilakukan di Laboratorium Ekologi Laut dengan menggunakan situs Conchology, Ind (<http://www.conchology.be>). Analisis besar butir dan bahan organik total (BOT) dilakukan di Laboratorium Oseanografi Fisika dan Geomorfologi Pantai (OFGP) Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

B. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Van Veen Grab* ukuran 20 x 20 cm untuk mengambil sampel sedimen dan makrozoobenthos, *Global Positioning System* (GPS) untuk menentukan titik kordinat stasiun, *cool box* untuk

menyimpan sampel, baki sebagai wadah sampel makrozoobenthos di laboratorium, pinset untuk mengambil sampel makrozoobenthos dari baki, makroskop untuk mengamati dan membantu dalam proses identifikasi sampel, timbangan digital untuk menimbang sedimen, ayakan sedimen untuk mengayak sampel sedimen, oven untuk mengeringkan sampel sedimen, *sieve sedimen* sebagai wadah sampel sedimen, kamera untuk memfoto sampel dan aktifitas selama penelitian, alat tulis menulis untuk mencatat hasil pengamatan.

Bahan-bahan yang digunakan adalah kantong sampel sebagai tempat menyimpan sampel, aquades untuk membersihkan/membilas alat, alkohol 70% untuk mengawetkan sampel. Larutan $MnSO_4$, larutan alkaliiodida azida (NaOH+KI), asam sulfat (H_2SO_4), larutan indikator, dan Kristal natrium tiosulfat ($Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$) digunakan untuk titrasi oksigen terlarut (DO).

C. Prosedur Penelitian

1. Prosedur di Lapangan

a. Persiapan

Tahap ini meliputi studi literatur, konsultasi dengan pembimbing, survei awal lapangan, serta mempersiapkan alat-alat yang akan digunakan selama penelitian di lapangan.

b. Tahap Penentuan Stasiun

Pengambilan data dilakukan di lima stasiun adanya aktifitas dan pemanfaatan masyarakat yang berbeda (Gambar 1).

Stasiun I berada di muara Sungai Tallo, daerah ini merupakan jalur transportasi keluar masuknya kapal-kapal yang melintas dan merupakan tempat akumulasi pembuangan limbah dari semua kegiatan di sepanjang Sungai Tallo.



Gambar 2. Stasiun I

Stasiun II berada di belakang pabrik pengolahan kayu. Stasiun ini dipengaruhi oleh aktivitas pengolahan kayu yang ditandai dengan banyaknya kayu gelondongan yang berada di sekitar stasiun tersebut.



Gambar 3. Stasiun II

Stasiun III berada pada daerah yang merupakan daerah tambak. Lokasi ini ditandai dengan adanya tambak yang dibatasi oleh vegetasi mangrove.



Gambar 4. Stasiun III

Stasiun IV berada pada daerah vegetasi mangrove yang belum dilakukan kegiatan baik itu tambak ataupun permukiman.



Gambar 5. Stasiun IV

Stasiun V berada di belakang pusat perbelanjaan Makassar Town Square (M-Tos). Pada lokasi ini kondisi perairannya mendapat asupan pencemaran dan buangan limbah yang bersumber dari permukiman penduduk Perumahan BTN Bung Permai, pembuangan limbah Mtos, hingga PLTU Tello.



Gambar 6. Stasiun V

2. Pengambilan Data

a. Pengambilan Sampel Makrozoobenthos

Pengambilan sampel makrozoobenthos dilakukan dengan lima kali ulangan di setiap stasiun dengan menggunakan *Van Veen Grab* dengan bukaan grab 20 cm x 20 cm yang diturunkan dari atas perahu dengan

keadaan terbuka. Setelah *Van Veen Grab* mencapai dasar perairan, secara otomatis *van veen grab* akan tertutup sebelum tali *grab* ditarik ke atas perahu. Sampai sedimen dari *grab sampler* disaring dengan menggunakan *Sieve Net* ukuran 1 mm untuk memisahkan sampel sedimen dengan organisme makrozoobenthos. Setelah terpisah sampel makrozoobenthos dimasukkan ke dalam kantong sampel yang kemudian diberi alkohol 70% sebagai bahan pengawet. Selanjutnya, identifikasi sampel benthos dilakukan di laboratorium ekologi laut.

b. Pengukuran Parameter Lingkungan

Pengukuran parameter lingkungan yaitu suhu, salinitas, pH dan DO.

1. Suhu Permukaan

Suhu permukaan diukur langsung di lapangan dengan menggunakan termometer. Pengukuran suhu dilakukan pada permukaan perairan di setiap stasiun dengan cara mencelupkan termometer ke dalam badan air, selanjutnya membaca nilai skala yang tertera pada thermometer.

2. Salinitas

Pengukuran salinitas dilakukan pada setiap stasiun dengan menggunakan *salinometer*. Sampel air diambil dengan menggunakan ember yang cukup besar dan *salinometer* diletakkan ember tersebut hingga tenang, selanjutnya membaca nilai skala yang tertera pada salinometer.

3. Derajat Keasaman (pH)

Pengukuran pH dilakukan di Laboratorium Oseanografi Kimia sampel air pada setiap stasiunnya di masukkan ke dalam botol sampel kemudian sampel dianalisis di Laboratorium Oseanografi Kimia dengan menggunakan pH meter.

4. Oksigen Terlarut (DO)

Pengukuran kandungan oksigen terlarut dilakukan dengan menggunakan metode titrasi *Winkler* (Hutagalung, *et al.* 1997). Air laut diambil dengan cara mencelupkan botol terang (100 ml) ke dalam permukaan laut (botol diisi penuh sampai gelembung udara dipastikan keluar semua). Hal ini dilakukan untuk mencegah terjadinya kontaminasi sampel air ketika diangkat dari kolom perairan. Kemudian ditambahkan 2 ml Mangan Sulfat ($MnSO_4$), dengan tujuan untuk mengikat oksigen dalam air sampel dan 2 ml NaOH+KI dengan tujuan untuk mengikat oksigen dalam botol air sampel. Penambahan larutan ini dengan memasukkan pipet di bawah permukaan botol. Tutup dengan hati-hati dan aduk dengan cara membolak-balik botol \pm 8 kali. Lalu ditambahkan 2 ml H_2SO_4 pekat dengan hati-hati, aduk dengan cara yang sama hingga semua endapan larut. Kemudian mengambil 100 ml air dari botol terang dengan menggunakan gelas ukur, lalu dimasukkan ke dalam Erlenmeyer setelah itu dititrasi dengan Na-Thiosulfat hingga terjadi perubahan warna dari kuning tua ke kuning muda. Lalu ditambahkan 5-8 tetes indikator amylum hingga terbentuk warna biru. Setelah itu titrasi dilanjutkan dengan menambahkan Na-Thiosulfat hingga tidak berwarna. Jumlah tetesan dari larutan Na-Thiosulfat yang digunakan kemudian dicatat.

c. Pengambilan Sampel Sedimen

Pengambilan sampel sedimen dilakukan dengan lima ulangan setiap stasiun menggunakan *van veen grab* dengan bukaan grab 20 cm x 20 cm yang diturunkan dari atas perahu dalam keadaan terbuka. Setelah *van veen grab* mencapai dasar perairan, secara otomatis *van veen grab* akan tertutup sebelum tali *grab* ditarik ke atas perahu. Sehingga diperoleh

sejumlah substrat, substrat yang terambil kemudian dimasukkan kedalam kantong sampel dan dipisahkan tiap ulangan dan diberi label.

3. Prosedur di Laboratorium

a. Analisis sampel dengan metode ayakan

Untuk mengetahui ukuran partikel sedimen digunakan metode penyaringan kering (*dry sieving*) berdasarkan skala Wenworth (Tabel 6). Saringan yang digunakan adalah saringan bertingkat yang mempunyai ukuran berbeda antara 2 mm - < 0.063 mm. Sedimen yang diambil terlebih dahulu dikeringkan dengan menggunakan oven dengan suhu 150°C. Selama 3 hari.

Sampel yang telah kering dan menggumpal kemudian ditumbuk hingga halus dan ditimbang sebanyak \pm 100 gram, kemudian diayak dengan menggunakan *Sevie Net* bertingkat sekitar 15 menit dengan gerakan konstan sehingga didapatkan pemisahan partikel sedimen berdasarkan masing-masing ukuran ayakan (2 mm, 1 mm, 0.5 mm, 0.25 mm, 0.125 mm, 0.063 mm dan <0.063 mm). Sampel dipisahkan dari masing-masing ukuran ayakan hingga bersih lalu ditimbang.

$$\% \text{ Berat} = \frac{\text{Berat Hasil Ayakan}}{\text{Berat Awal}} \times 100 \%$$

Untuk mengklasifikasikan partikel-partikel sedimen tersebut digunakan Skala Wenworth (Hutabarat dan Evans, 1984).

Tabel 9. Skala Wenworth (Hutabarat dan Evans, 1984).

Jenis partikel	Ukuran (mm)
Pasir Sangat Kasar	1-2
Pasir Kasar	0.5-1
Pasir Sedang	0.25-0.5
Pasir Halus	0.125-0.25
Pasir Sangat Halus	0.0625-0.125
Lanau	0.0039-0.00625
Lempung	<0.0039

b. Analisis Bahan Organik Total (BOT)

Pengukuran kandungan organik sedimen dilakukan dengan metode *loss of ignition* (Dean 1974). Prosedur kerja untuk mengetahui kandungan bahan organik sedimen sebagai berikut:

1. Menimbang berat cawan lebur.
2. Menimbang berat sampel sedimen yang telah dikeringkan sebanyak ± 5 gram dan mencatatnya sebagai berat awal.
3. Memanaskan dengan tanur pada suhu 500°C selama 5 jam.
4. Menimbang kembali sampel yang sudah dipanaskan sebagai berat akhir.

D. Analisis Data

1. Pengolahan Data Sedimen

- a. Untuk menghitung persentase (%) berat sedimen pada metode ayakan kering digunakan rumus sebagai berikut:

$$\% \text{ Berat} = \frac{\text{Berat Hasil Ayakan}}{\text{Berat Awal}} \times 100 \%$$

- b. Untuk menghitung persentase (%) berat kumulatif digunakan rumus sebagai berikut:

$$\% \text{ Kumulatif} = \% \text{ Berat 1} + \% \text{ Berat 2} \dots + \% \text{ Ni}$$

- c. Untuk menghitung kandungan bahan organik total sedimen adalah:

$$\text{Berat BOT} = (\text{BCK} + \text{BS}) - \text{BSP}$$

$$\% \text{ BOT} = \frac{\text{Berat BOT}}{\text{BS}} \times 100\%$$

Dimana:	% BOT	= Persentase Bahan Organik Total
	BCK	= Berat Cawan Kosong (gram)
	BS	= Berat Sample (gram)
	BSP	= Berat Setelah Pemijaran (gram)

2. Pengolahan Data Makrozoobenthos

a. Komposisi Jenis dan Kepadatan

Menurut Odum (1998) kepadatan makrozoobenthos dihitung berdasarkan jumlah individu per satuan luas, dengan menggunakan rumus Shannon-Wiener.

$$Y = \frac{a}{b} \times 10000$$

dengan Y = Kepadatan (ind/m²)

a = Jumlah makrozoobenthos yang tersaring per jenis (ind)

b = Luas bukaan grab (cm²)

10000 = Nilai konversi dari cm² ke m²

b. Indeks Keanekaragaman (H')

Indeks keanekaragaman makrozoobenthos dihitung dengan menggunakan rumus Evennes Indeks (Odum, 1998) sebagai berikut:

$$H' = -\sum ni/N \times \ln ni/N$$

dengan H' = Indeks keanekaragaman jenis

ni = Jumlah individu setiap jenis

N = Jumlah seluruh individu

c. Indeks Keseragaman (E)

Indeks keseragaman makrozoobenthos dihitung dengan menggunakan rumus Evennes Indeks (Odum, 1998) sebagai berikut:

$$E = H' / \ln S$$

dengan E = Indeks keseragaman

H' = Indeks keanekaragaman jenis

S = Jumlah jenis organisme

d. Indeks Dominasi (D)

Indeks dominasi di tentukan dengan menggunakan rumus Dominance of Simpson (Odum,1998) sebagai berikut:

$$D = \sum (ni/N)^2$$

dengan D = Indeks dominasi
 ni = Jumlah individu setiap jenis
 N = Jumlah total individu

e. Indeks Nilai Penting (INP)

Indeks nilai penting adalah parameter kuantitatif yang dapat dipakai untuk menyatakan tingkat dominansi (tingkat penguasaan) spesies-spesies dalam suatu komunitas (Agustinus dan Pratomo, 2013). INP dihitung dengan penjumlahan nilai kerapatan relatif dan frekuensi relatif, yakni:

$$INP = KR + FR$$

Dimana:

Kerapatan (K)
$$K = \frac{\text{Jumlah individu suatu jenis}}{\text{Luas area}}$$

Kerapatan Relatif (KR)

$$KR = \frac{\text{Kerapatan suatu jenis}}{\text{Kerapatan seluruh jenis}} \times 100 \%$$

Frekuensi (F)

$$F = \frac{\text{Jumlah titik ditemukan suatu jenis}}{\text{Jumlah titik keseluruhan}}$$

Frekuensi Relatif (FR)

$$FR = \frac{\text{Frekuensi suatu jenis}}{\text{Frekuensi seluruh jenis}} \times 100 \%$$

3. Analisis Data

Indeks ekologi makrozoobenthos disajikan dalam bentuk grafik atau tabel dan analisis secara deskriptif.

Untuk membandingkan kepadatan makrozoobenthos antara stasiun pengamatan, data kepadatan makrozoobenthos dianalisis dengan uji (One-Way) ANOVA menggunakan program SPSS versi 16.0.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Gambaran Umum Lokasi

Sungai Tallo terletak di bagian utara Kota Makassar merupakan sebuah sungai yang muaranya sangat dipengaruhi oleh pasang surut air laut. Sungai Tallo memiliki luas daerah aliran sungai sebesar 417 km² dengan kecepatan arus 0,07 m³/s (BPS, 2003). Aliran sungai ini memasuki perairan laut dan diduga menjadi salah satu sumber pencemaran di perairan Pantai Makassar, beberapa jenis bahan pencemar yang berasal dari Sungai Tallo ini merupakan logam berat jenis Timbal (Pb), Tembaga (Cu) dan Cadmium (Cd) (Heru, 2014). Berbagai aktivitas masyarakat di daerah sekitaran sungai menyebabkan limbah pantai. Selain digunakan sebagai sarana transportasi air pada sisi kanan-kiri Sungai Tallo dipadati tanaman berupa hutan *Nypa* dan *Rizhopora* yang berfungsi menjadi “green belt”, dan disaat kemarau akan berfungsi sebagai “basic green”. Fungsi lainnya adalah menjadi penyaring/penapis air buangan yang bersumber dari rumah tangga dan air hujan. Bantaran sungai ini berfungsi sebagai “water treatment” secara alami, pemukiman penduduk, pengalokasian beberapa industri dan lain-lain.

B. Parameter Oseanografi

Pengukuran parameter oseanografi yang dilakukan meliputi pengukuran oksigen terlarut (DO), derajat keasaman (pH), salinitas dan suhu permukaan. Hasil pengukuran dari parameter tersebut dapat di lihat pada Tabel 7.

Tabel 10. Hasil pengukuran parameter lingkungan

PARAMETER LINGKUNGAN					
Stasiun	Kondisi Cuaca	Oksigen Terlarut DO (mg/L)	Derajat Keasaman (pH)	Salinitas (‰)	Suhu (°C)
I	Hujan	4.14	7.19	7	27
II	Hujan	4.29	7.14	5	27
III	Cerah	4.84	7.19	4	29
IV	Cerah	4.74	7.18	3	29
V	Cerah	5.06	7.12	3	29

1. Suhu

Suhu air merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi aktivitas serta memacu atau menghambat perkembangbiakan organisme perairan. Pada umumnya peningkatan suhu air sampai skala tertentu akan mempercepat perkembangbiakan organisme perairan (Ridwan. dkk, 2016).

Hasil pengukuran suhu di lokasi penelitian pada Stasiun I dan 2 adalah 27 °C, sedangkan pada Stasiun III, IV dan V suhu yang terukur adalah 29°C. Adanya perbedaan nilai suhu yang diperoleh diduga akibat adanya perbedaan kondisi cuaca pada waktu pengambilan data. Pada pengukuran Stasiun I dan II dilakukan pada siang hari dan kondisi cuaca sedang hujan sehingga diperoleh hasil pengukuran suhu yang rendah. Beda halnya dengan hasil pengukuran suhu yang diperoleh dari Stasiun III, IV dan V yakni 29°C dimana pengukuran suhu dilakukan pada siang hari dengan kondisi cuaca cerah sehingga mempengaruhi suhu yang terukur.

Suhu yang terukur berkisar 27°C - 29°C di semua stasiun. Kisaran suhu di semua stasiun masih berada dalam kategori normal untuk perkembangan makrozoobenthos hal ini sesuai dengan pernyataan Nontji (2005) yang menyatakan bahwa nilai kisaran suhu yang dapat ditolerir oleh makrozoobenthos antara 25°C - 36°C. Pengaruh suhu bagi keberlangsungan hidup organisme sangat vital terutama mempengaruhi proses metabolisme.

2. Salinitas

Hasil pengukuran salinitas setiap stasiun berbeda-beda. Pada Stasiun I salinitas yang terukur menunjukkan pada angka 7 ‰, Stasiun II menunjukkan angka 5 ‰, Stasiun III menunjukkan angka 4 dan Stasiun IV dan 5 menunjukkan angka 3 ‰.

Hasil dari pengukuran salinitas ini menunjukkan bahwa tingkat salinitas pada setiap stasiun tergolong rendah, bahkan untuk Stasiun I yang dekat dengan muara sungai tingkat salinitas yang di dapatkan hanya 7 ‰ rendahnya salinitas pada Stasiun I ini dipengaruhi oleh kondisi cuaca pada saat pengambilan data di lapangan, karena pada saat pengambilan data kondisi cuaca pada saat itu hujan dengan intensitas yang tinggi dan dengan range waktu yang cukup lama sehingga jumlah air tawar yang masuk ke badan sungai Tallo dan mengalir ke hilir cukup banyak dan mempengaruhi tingkat salinitas pada stasiun tersebut. Pada Stasiun II tingkat salinitas juga tergolong rendah dikarenakan lokasi pengambilan data yang cukup jauh dari muara sungai. Begitu pula kondisi tingkat salinitas yang berada pada Stasiun III, IV dan V, nilai salinitas pada ketiga stasiun tersebut tergolong rendah dikarenakan lokasi dari ketiga stasiun tersebut semakin jauh dari mulut muara Sungai Tallo sehingga pengaruh air tawar lebih dominan daripada air laut.

3. Derajat Keasaman (pH)

Organisme perairan dapat hidup ideal dalam kisaran pH antara asam lemah sampai dengan basa lemah. Kondisi perairan yang bersifat asam kuat ataupun basa kuat akan membahayakan kelangsungan hidup biota, karena akan mengganggu proses metabolisme dan respirasi (Sinambela 1994).

Hasil pengukuran derajat keasaman (pH) perairan di lokasi penelitian berada pada kisaran 7.12 hingga 7.19. Hawkes (1979) dalam Sinambela (1994), menyatakan bahwa kehidupan dalam air masih dapat bertahan bila perairan mempunyai kisaran pH 5-9. Secara keseluruhan, Nilai pH rata-rata yang terukur pada saat penelitian ini berkisar antara 7.12 sampai 7.19. Kisaran nilai pH di perairan Sungai Tallo ini apabila dibandingkan dengan daftar baku mutu air laut untuk biota laut (KepMen LH, 2004) masih memenuhi syarat yaitu 7- 8.5.

4. Oksigen Terlarut (*Dissolved Oksigen*)

Oksigen terlarut merupakan variabel kimia yang mempunyai peran penting sekaligus menjadi faktor pembatas bagi kehidupan biota air (Nybakken, 1992). Lebih lanjut dinyatakan bahwa daya larut oksigen dapat berkurang dengan meningkatnya suhu air dan salinitas. Connel dan Miller (1995) menambahkan bahwa secara ekologis, konsentrasi oksigen terlarut juga menurun dengan adanya penambahan bahan organik, karena bahan organik tersebut akan diuraikan oleh mikroorganisme yang mengkonsumsi oksigen yang tersedia. Pada tingkatan jenis, masing-masing biota mempunyai respon yang berbeda terhadap penurunan oksigen terlarut.

Hasil pengukuran oksigen terlarut (DO) di lokasi penelitian berkisar antara 4,14 – 5,06 mg/L. Menurut Nybakken (1992), kandungan oksigen perairan erat kaitannya dengan banyaknya bahan organik yang berada di suatu perairan. Kandungan oksigen terlarut akan menurun dengan masuknya bahan organik ke perairan. Kondisi oksigen terlarut (DO) perairan Sungai Tallo ini jika dibandingkan dengan daftar baku mutu air laut untuk biota (KepMen LH, 2004) masih memenuhi batas yang diperbolehkan, yaitu ≥ 4 .

Semakin besar kandungan oksigen terlarut dalam suatu perairan maka baik pula kehidupan makrozoobenthos yang mendiaminya dari hasil pengukuran oksigen terlarut (DO) pada setiap stasiun penelitian dapat diketahui bahwa kadar oksigen terlarut (DO) pada perairan ini sudah sesuai dengan yang dibutuhkan oleh organisme makrozoobenthos untuk dapat hidup.

5. Bahan Organik Total (BOT) Sedimen

Dari hasil analisis Bahan Organik Total (BOT) maka didapatkan nilai BOT pada Stasiun I dengan 12.56 %, Stasiun II 21.46 %, Stasiun III 16.28 %, Stasiun IV 14.43 % dan pada Stasiun V 17.33 %. Nilai BOT tertinggi diantara terdapat pada Stasiun II dengan nilai rata-rata BOT 21.46 % dengan rata-rata ukuran

besar butir 0.171 mm. Hal ini dikarenakan lokasi pada Stasiun II ini berada di belakang pabrik pengolahan kayu yang mana sumber kandungan bahan organiknya berasal dari kulit kayu serta terdapat tumbuhan mangrove yang serasah daunnya dapat meningkatkan kandungan bahan organik di substrat dasarnya dan juga stasiun ini didukung dengan jenis sedimen pasir halus sehingga mampu menyerap bahan organik yang berada di stasiun tersebut. Hal ini sesuai dengan pernyataan Nybakken (1992) yang menyatakan bahwa jenis substrat dan ukuran butirnya merupakan salah satu faktor ekologi yang mempengaruhi kandungan bahan organik dan distribusi benthos. Semakin halus tekstur substrat maka semakin besar kemampuannya untuk menyerap bahan organik.

Tabel 11. Analisis Sedimen (Perentase BOT, Ukuran Besar Butir dan Jenis Sedimen).

Stasiun	BOT (%)	Ukuran Besar Butir (mm)	Jenis Sedimen
I	12,56	0,199	Pasir Halus
II	21,46	0,171	Pasir Halus
III	16,28	0,174	Pasir Halus
IV	14,43	0,212	Pasir Halus
V	17,33	0,176	Pasir Halus

Berdasarkan data analisis persentase BOT diatas kisaran kandungan bahan organik dalam sedimen tergolong dalam kriteria sedang sampai tinggi. Kriteria kandungan bahan organik sedang (7-17 %) ditemukan pada Stasiun I, III dan IV. Sedangkan yang termasuk dalam kriteria tinggi (17-35 %) pada stasiun II dan V. Kandungan bahan organik yang tinggi akan mempengaruhi tingkat keseimbangan perairan. Tingginya kandungan bahan organik akan

mempengaruhi kepadatan organisme, dimana terdapat organisme-organisme tertentu yang tahan terhadap tingginya kandungan bahan organik tersebut, sehingga dominansi oleh spesies tertentu dapat terjadi (Zulkifli *et al.*, 2009 dalam Perdana *et al.*, 2013).

6. Sedimen

Jenis substrat berkaitan dengan kandungan oksigen dan ketersediaan nutrisi dalam sedimen. Jenis sedimen dapat digolongkan ke dalam pasir kasar (diameter 0.5 mm-2 mm), pasir sedang (diameter 0.25 mm – 0.5 mm) dan pasir halus (diameter 0.063 mm – 0.25 mm). Selanjutnya dari data tersebut diteruskan menggunakan analisis semilog untuk menentukan jenis sedimen yang mendominasi di tiap stasiun penelitian.

Tabel 12. Persentase Jenis Sedimen Pada Setiap Stasiun Penelitian

Stasiun	Ulangan	Pasir Kasar (%)	Pasir Sedang (%)	Pasir Halus (%)
I	1	9.004	8.045	82.459
	2	8.047	7.578	83.902
	3	19.372	16.719	61.772
	4	16.779	19.334	63.518
	5	24.393	20.277	54.667
II	1	13.914	28.144	56.832
	2	12.237	22.591	64.122
	3	5.448	26.762	67.357
	4	3.938	27.635	67.483
	5	10.404	25.916	63.642
III	1	8.787	27.715	62.968
	2	10.403	25.914	63.636
	3	8.728	23.378	67.279
	4	9.942	25.433	63.883
	5	8.619	22.892	67.339
IV	1	9.071	49.613	40.830
	2	15.289	26.224	58.273
	3	6.677	27.182	65.595
	4	15.163	27.036	57.068
	5	5.035	26.172	68.282

Tabel 12. Lanjutan

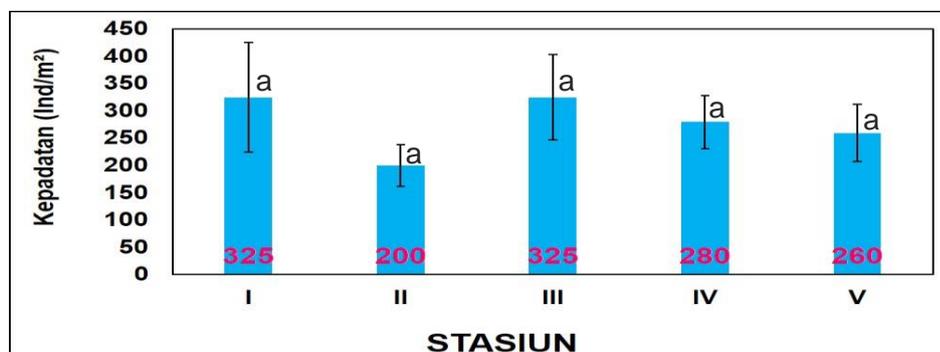
Stasiun	Ulangan	Pasir Kasar (%)	Pasir Sedang (%)	Pasir Halus (%)
V	1	4.957	18.675	73.936
	2	4.489	13.423	77.866
	3	3.458	38.541	57.202
	4	2.570	20.163	76.630
	5	6.401	22.932	69.623

Berdasarkan Tabel 12 jenis sedimen pasir halus umumnya yang mendominasi di setiap stasiun penelitian dengan persentase tiap ulangan pengambilan sampel 40.830 % - 83.902 % dengan kondisi substrat pada lokasi ini sesuai dengan kategori substrat yang disukai oleh makrozoobenthos. Hal ini didukung oleh pernyataan Lind (1979) bahwa kondisi substrat berlumpur dan pasir merupakan habitat yang paling disukai makrozoobenthos. Sedangkan untuk jenis pasir sedang hanya diperoleh pada Stasiun IV.1 dengan nilai dominan 49.613 %.

C. Struktur Komunitas Makrozoobenthos

1. Kepadatan Makrozoobenthos

Kepadatan makrozoobenthos didefinisikan sebagai jumlah individu yang terdapat di dalam sedimen per satuan luas, biasanya dalam satuan meter kuadrat atau sentimeter kuadrat. Dari hasil penelitian didapatkan kepadatan makrozoobenthos seperti pada Gambar 7.



Gambar 7. Kepadatan Rerata Makrozoobenthos di Setiap Stasiun Penelitian

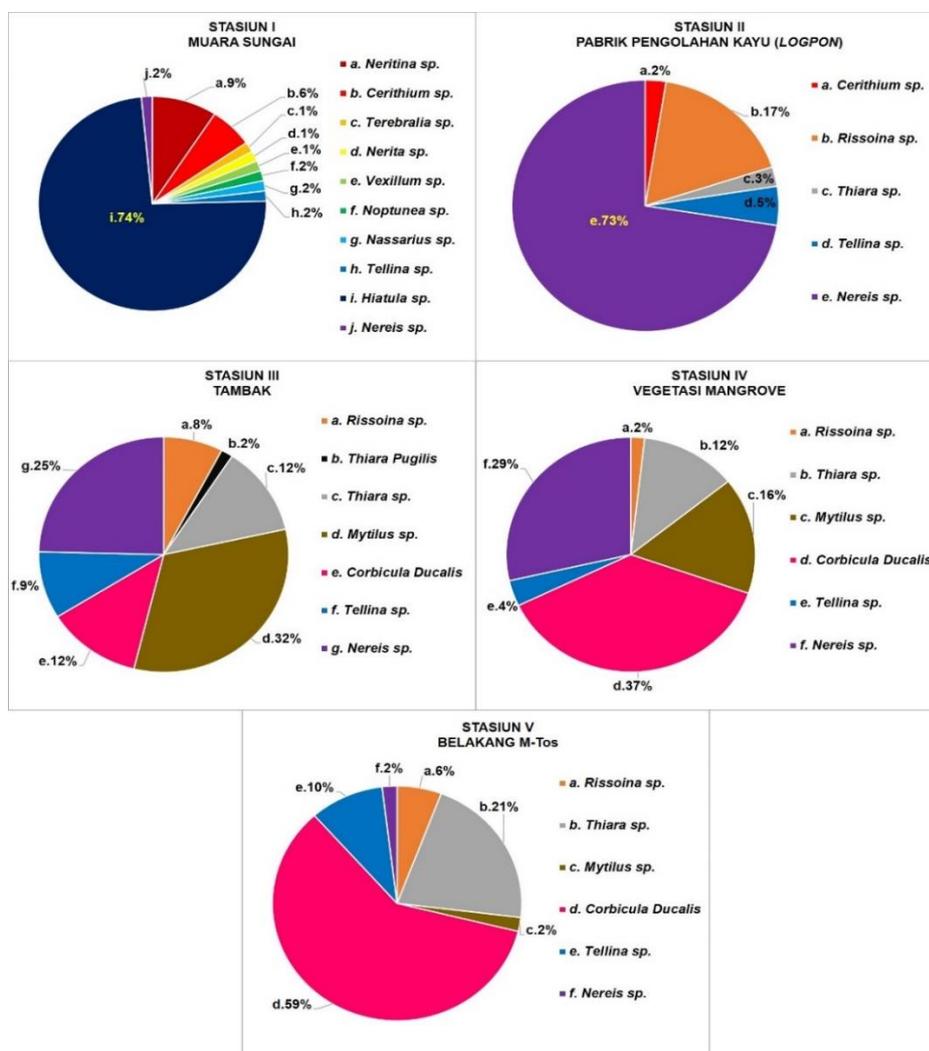
Hasil uji statistik dengan menggunakan *Analysis of Varians* (ANOVA) pada selang kepercayaan 95% ($\alpha = 0.05$) yang menunjukkan bahwa kepadatan makrozoobenthos pada Stasiun I, II, III, IV dan V tidak signifikan ($P = 0.669$) yang artinya kepadatan pada ke lima stasiun tersebut tidak ada perbedaan yang nyata (Lampiran 6).

Total kepadatan makrozoobenthos paling banyak ditemukan pada Stasiun I dan III dengan nilai kepadatan 325 ind/m² dan total kepadatan makrozoobenthos paling sedikit pada Stasiun II dengan nilai 200 ind/m². Dengan adanya hubungan kondisi lingkungan di Stasiun II yang mendapat pengaruh antropogenik berupa masukan limbah dan bahan organik dari kegiatan industri pengolahan kayu maka akan menimbulkan kondisi lingkungan menjadi tercemar. Dari hasil pengamatan diketahui bahwa 73 % yang mendominasi di Stasiun II adalah jenis *Nereis* sp, sebagaimana di ketahui bahwa kelas *Polychaeta* merupakan jenis yang mempunyai tingkat toleran yang tinggi terhadap pencemar terutama bahan organik yang tinggi dan tahan pada kandungan oksigen yang rendah, hal ini menggambarkan bahwa adanya pencemaran bahan organik yang ada di daerah tersebut walaupun kadar oksigen terlarutnya masih mendukung kehidupan makrozoobentos. Menurut Hawkes (1979) meningkatnya kandungan bahan organik di perairan maka akan meningkatkan pula jenis-jenis yang tahan terhadap perairan tercemar salah satunya adalah jenis *Nereis* sp. Di samping itu dengan tipe substrat pasir halus kebanyakan jenis makrozoobentos yang dominan hidup di substrat ini mempunyai tipe cara makan bersifat *deposit feeders* seperti jenis cacing *Oligochaeta* dan *Polychaeta* serta *Filter feeders* seperti jenis *Bivalvia*. Hal ini juga didukung oleh pernyataan Wilhm (1975) yang menyatakan bahwa sifat substrat dasar perairan dan penambahan

bahan pencemar ke dalam air berpengaruh terhadap kelimpahan, komposisi serta tingkat keanekaragamannya.

2. Komposisi Jenis Makrozoobenthos

Komposisi maupun kepadatan makrozoobenthos bergantung pada toleransi atau sensitivitas dari makrozoobenthos tersebut terhadap perubahan lingkungan. Dalam suatu habitat perairan, kondisi substrat dan kualitas perairan yang baik akan mendukung keanekaragaman komunitas makroinvertebrata (APHA, 1992). Data komposisi makrozoobenthos disajikan pada Gambar 3.



Gambar 8. Komposisi jenis makrozoobenthos

Stasiun I yang berada dekat dengan muara sungai memiliki komposisi jenis makrozoobenthos yang paling beragam dari ke lima stasiun yakni terdiri dari 10 jenis makrozoobenthos. Stasiun II yang berada dibelakang pabrik pengolahan kayu komposisi jenis makrozoobenthos pada stasiun ini tidak beragam hanya terdapat 5 jenis makrozoobenthos. Pada Stasiun III yang berada di daerah tambak komposisi jenisnya hanya terdiri dari 7 jenis makrozoobenthos, sedangkan pada Stasiun IV dan V yang berada pada daerah tambak dan di belakang pusat perbelanjaan Makassar Town Squer juga memiliki komposisi jenis yang tidak beragam yakni hanya terdapat 6 jenis makrozoobenthos.

Komposisi jenis pada Stasiun I menunjukkan bahwa spesies yang paling banyak ditemukan pada stasiun tersebut adalah makrozoobenthos berjenis *Hiatula* sp. Hewan ini dapat hidup pada perairan dengan substrat berpasir dan juga dengan kadar salinitas yang rendah (Pratama, 2015). Dari pernyataan tersebut senada dengan hasil pengamatan di lapangan dan hasil analisis jenis sedimen pada stasiun I adalah pasir halus. Pengukuran dari parameter lingkungan yakni parameter kimia untuk pengukuran oksigen terlarut (DO) dan pH hasil dari analisis pada stasiun satu didapatkan 4.14 mg/L untuk oksigen terlarut (DO) dan 7.19 untuk pengukuran pH sedangkan pada pengukuran parameter fisika yakni suhu 27 °C dan salinitas 7 ‰.

Pada Stasiun II menunjukkan bahwa jenis makrozoobenthos yang paling banyak ditemukan pada stasiun ini adalah jenis *Nereis* sp. Dugaan keberadaan cacing *Nereis* sp, pada stasiun ini disebabkan karena hewan dari kelas polychaeta ini merupakan jenis yang mempunyai tingkat toleran yang tinggi terhadap pencemar terutama bahan organik yang tinggi dan tahan pada kandungan oksigen yang rendah, didukung dengan kondisi substrat dengan jenis pasir halus pada stasiun ini sangat disukai oleh hewan tersebut untuk meliang sesuai dengan

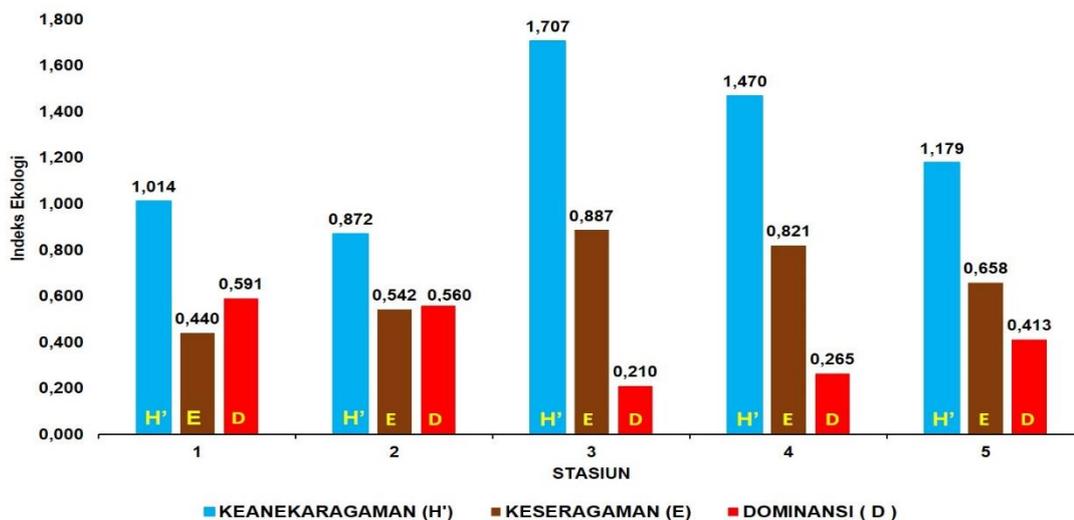
julukan dari organisme tersebut *sand worms* atau cacing pasir. Hal ini didukung oleh pernyataan Juniardi 2001 dalam Wijayanti (2007) bahwa pada umumnya *Polychaeta* menghuni permukaan pasir dan lumpur, cacing *Polychaeta* banyak terdapat sebagai spesies pembentuk tabung dan penggali. Banyaknya jumlah cacing *Polychaeta* pada stasiun ini juga didukung oleh pernyataan dari Sanders (1986) bahwa cacing *Polychaeta* pada umumnya dapat hidup di semua area dengan komposisi 50 – 60 %, sedangkan sisanya adalah *Mollusca*, *Crustacea* dan *Echinodermata*.

Stasiun III yang berada di sekitaran tambak, ditemukan 7 jenis makrozoobenthos. Dimana *Mytilus* sp. merupakan jenis makrozoobenthos yang paling banyak ditemukan jumlah individu jenisnya. *Mytilus* sp. yang tergolong dari kelompok kelas bivalvia. Menurut Nybakken (1992) bahwa tipe substrat berpasir akan memudahkan moluska untuk mendapatkan suplai nutrisi dan air yang diperlukan untuk kelangsungan hidupnya.

Jenis *Corbicula ducalis*, merupakan jenis makrozoobenthos terbanyak yang didapatkan pada Stasiun IV dan V. Banyaknya jenis ini pada kedua stasiun tersebut juga dikarenakan distribusi yang luas yang dimiliki oleh jenis organisme ini. Daya adaptasi yang tinggi memungkinkan untuk hidup di berbagai tipe substrat.

D. Indeks Keanekaragaman (H'), Indeks Keseragaman (E) dan Indeks Dominansi (D).

Nilai indeks ekologi (indeks Keanekaragaman H', Keseragaman E, dan Dominansi D secara umum untuk semua stasiun pengamatan disajikan dalam bentuk (Gambar 4).



Gambar 9. Indeks Keaneekaragaman (H'), Indeks Keseragaman (E) dan Indeks Dominansi (D) Stasiun Penelitian Sungai Tallo Kota Makassar.

1. Indeks keaneekaragaman (H')

Indeks Keaneekaragaman (H') makrozoobentos yang didapat dari kelima stasiun berkisar 0.872 - 1.707 dengan rerata 1.248. Indeks Keaneekaragaman pada lokasi penelitian tergolong rendah, Nybakken (1992) menyatakan bahwa rendahnya indeks keaneekaragaman umumnya mengindikasikan bahwa perairan tersebut memiliki kualitas yang buruk. Menurut Sastrawijaya (2000) dalam Sinaga (2009) klasifikasi derajat pencemaran berdasarkan Indeks Diversitas Shanon Wiener (H'), yaitu: jika $H' > 2,0$ keaneekaragaman tinggi, $1,6 \leq H' \leq 2,0$ keaneekaragaman sedang $1,0 \leq H' \leq 1,6$ keaneekaragaman rendah dan $H' < 1,0$ keaneekaragaman sangat rendah.

Nilai indeks keaneekaragaman yang paling rendah terdapat pada Stasiun II yakni sebesar 0.872. Tingkat keaneekaragaman yang rendah menunjukkan bahwa penyebaran individu tiap jenis cenderung tidak merata dan kondisi kestabilan komunitas yang cenderung rendah. Hal ini disebabkan semakin kecil jumlah spesies dan adanya individu yang jumlahnya lebih banyak mengakibatkan terjadinya ketidakseimbangan ekosistem yang kemungkinan disebabkan adanya tekanan ekologi atau gangguan dari lingkungan disekitar

pabrik pengolahan kayu pada Stasiun II. Keanekaragaman mencakup dua hal penting yaitu banyaknya jenis dalam suatu komunitas dan kelimpahan dari masing-masing jenis, sehingga semakin kecil jumlah jenis dan variasi jumlah individu tiap jenis memiliki penyebaran yang tidak merata, maka keanekaragaman akan mengecil (Odum, 1998). Stasiun I dan V terdapat pemukiman serta pusat perbelanjaan yang membuang limbahnya baik limbah organik maupun anorganik ke perairan yang pada akhirnya dapat mempengaruhi tingkat keanekaragaman makrozoobenthos. Stasiun III memiliki nilai indeks keanekaragaman yakni sebesar 1.707. Tingginya indeks keanekaragaman di Stasiun III menunjukkan kondisi lingkungan perairan yang baik dan mendukung kehidupan biota di dalamnya. Hal tersebut juga dapat dilihat dari ketersediaan kadar oksigen terlarut pada stasiun ini sehingga konsumsi oksigen cukup tersedia bagi biota di dalamnya. Selain itu, pada stasiun ini ditemukan spesies dengan jumlah individu antar spesies cenderung lebih seimbang. Stasiun IV yang berlokasi di sekitaran mangrove jenis *Nypa fruticans* menunjukkan kondisi perairan yang cenderung lebih stabil, pada stasiun ini tidak diikuti dengan tingginya tingkat keanekaragaman makrozoobenthos. Kondisi ini sesuai dengan yang dinyatakan oleh Sanders (1968) bahwa keanekaragaman spesies benthos tergantung pada stabilitas lingkungan perairan. Kondisi perairan yang stabil diikuti dengan nilai keanekaragaman jenis yang rendah. Hal ini, disebabkan karena hanya beberapa spesies tertentu saja yang dapat beradaptasi terhadap tekanan lingkungan yang berfluktuasi.

Gaufin dalam Wilhm (1975) mengelompokkan spesies makrozoobenthos berdasarkan kepekaannya terhadap pencemaran karena bahan organik, yaitu kelompok intoleran, fakultatif dan toleran. Organisme intoleran yaitu organisme yang dapat tumbuh dan berkembang dalam kisaran kondisi

lingkungan yang sempit dan jarang dijumpai di perairan yang kaya organik, organisme ini tidak dapat beradaptasi bila kondisi perairan mengalami penurunan kualitas, organisme fakultatif yaitu organisme yang dapat bertahan hidup pada kisaran kondisi lingkungan yang lebih besar bila dibandingkan dengan organisme intoleran.

2. Indeks Keseragaman (E)

Keseragaman hewan benthos dalam suatu perairan dapat di ketahui dari indeks keseragamannya. Semakin kecil indeks keseragaman semakin kecil pula keseragaman jenis dalam komunitas artinya penyebaran jumlah individu tiap jenis tidak sama, ada kecenderungan di dominasi oleh jenis tertentu (Odum,1998).

Indeks keseragaman yang diperoleh pada stasiun pengamatan berkisar antara 0.440 – 0.887 dengan nilai indeks Stasiun I 0.440, Stasiun II 0.542, Stasiun III 0.887, Stasiun IV 0.821 dan Stasiun V 0.658. Rendahnya keseragaman pada Stasiun I dikarenakan adanya makrozoobenthos yang mendominasi stasiun ini oleh jenis *Hiatula* sp, berdasarkan kriteria nilai indeks keseragaman mengindikasikan kondisi yang tertekan. Sedangkan untuk Stasiun II dan V termasuk ke dalam kategori kondisi labil dan untuk Stasiun III dan IV masuk dalam kategori stabil.

3. Indeks Dominansi (D)

Nilai dominansi pada Stasiun I adalah 0.591, Stasiun II 0.560, Stasiun III 0.210, Stasiun IV 0.265 dan Stasiun V 0.413. Jika nilai indeks dominansi mendekati satu berarti suatu komunitas didominasi oleh jenis tertentu sebaliknya jika nilai indeks dominansi mendekati nol berarti tidak ada yang dominan (Odum,1998). Sesuai dengan kategori indeks dominansi Odum (1998) yang menunjukkan bahwa pada Stasiun III, IV dan V tidak didominasi oleh jenis makrozoobenthos tertentu dan masih tergolong dalam kategori dominansi

rendah, sebaliknya pada Stasiun I dan II masuk dalam kategori sedang, pada Stasiun I didominasi oleh *Hiatula* sp (kepadatannya 74 %) sedangkan pada Stasiun II didominasi oleh jenis *Nereis* sp. (kepadatannya 73%).

Pada Stasiun I didominasi oleh jenis *Hiatula* sp meski dalam kategori sedang ini dikarenakan jenis makrozoobenthos ini merupakan kelas pelecypoda yang mampu hidup pada danau, waduk, sungai dan perairan tawar lainnya serta dengan kondisi substrat pasir dan berlumpur, dan juga jenis ini mampu bertahan hidup pada kondisi oksigen terlarut yang rendah dengan tingkat derajat keasaman (pH) 4.8 - 9.8 dan suhu dengan kisaran 11-29 °C, hal ini sesuai dengan kondisi perairan pada Stasiun I.

Sedangkan pada Stasiun II didominasi oleh makrozoobenthos jenis *Nereis* sp. Meskipun juga tergolong dalam kategori dominansi sedang ini diduga dikarenakan jenis substrat yang ada pada stasiun tersebut merupakan substrat dengan tekstur pasir halus yang mana jenis substrat sangat disukai oleh jenis cacing ini untuk meliang.

4. Indeks Nilai Penting (INP)

Indeks nilai penting ini bertujuan untuk menetapkan dominansi suatu jenis terhadap jenis lainnya, dengan kata lain nilai penting menggambarkan kedudukan ekologis suatu jenis dalam komunitas. Hasil perhitungan dari Indeks Nilai Penting (INP) dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13. Indeks Nilai Penting Makrozoobenthos di Perairan Sungai Tallo

JENIS	INP					JUMLAH
	I	II	III	IV	V	
<i>Neritina</i> sp.	0,892	-	-	-	-	0,892
<i>Cerithium</i> sp.	0,862	0,225	-	-	-	1,087
<i>Terebralia</i> sp.	0,215	-	-	-	-	0,215
<i>Nerita</i> sp.	0,215	-	-	-	-	0,215
<i>Vexillum</i> sp.	0,215	-	-	-	-	0,215

Tabel 13. Lanjutan

JENIS	INP					JUMLAH
	I	II	III	IV	V	
<i>Noptunea sp.</i>	0,215	-	-	-	-	0,215
<i>Rissoina sp.</i>	-	0,775	0,877	0,218	0,458	2,327
<i>Thiara Pugilis</i>	-	-	0,215	-	-	0,215
<i>Thiara sp.</i>	-	0,225	0,923	0,925	0,812	2,885
<i>Nassarius sp.</i>	0,215	-	-	-	-	0,215
<i>Mytilus sp.</i>	-	-	0,723	0,561	0,219	1,503
<i>Corbicula Ducalis</i>	-	-	0,923	1,375	1,596	3,894
<i>Tellina sp.</i>	0,215	0,450	0,492	0,436	0,496	2,090
<i>Hiatula sp.</i>	1,538	-	-	-	-	1,538
<i>Nereis sp.</i>	0,215	1,725	1,246	1,086	0,219	4,491
TOTAL	4,800	3,400	5,400	4,600	3,800	

Berdasarkan Tabel 13. Dapat diketahui Indeks Nilai Penting makrozoobenthos pada perairan Sungai Tallo Kota Makassar yang ditemukan di setiap stasionnya. Indeks Nilai Penting (INP) tertinggi pada Stasiun I adalah jenis *Hiatula sp.* Hal ini menggambarkan bahwa jenis tersebut memberikan peranan yang besar terhadap struktur komunitas makrozoobentos di Stasiun I. Stasiun II dan III nilai Indeks Nilai Penting (INP) pada kedua stasiun tersebut terdapat pada jenis *Nereis sp.*, tingginya Indeks Nilai Penting dari jenis ini dikarenakan tingkat kemunculannya yang melimpah di Stasiun II dan III. Sedangkan pada Stasiun IV dan V Indeks Nilai Penting (INP) tertinggi terdapat pada jenis *Corbicula ducalis*, tingkat kemunculan dari jenis ini melimpah pada kedua stasiun tersebut.

Secara kumulatif Indeks Nilai Penting makrozoobenthos yang tertinggi di perairan Sungai Tallo adalah *Nereis sp.*, ini menggambarkan bahwa jenis *Nereis sp.* mampu bertahan pada kondisi stasiun dengan aktivitas yang berbeda hal ini dapat dilihat dari keberadaan jenis ini di setiap stasiun pengamatan.

V. SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Berdasarkan hasil pengamatan makrozoobentos yang ditemukan selama penelitian di Perairan Sungai Tallo:

1. Jumlah jenis makrozoobenthos yang ditemukan di lokasi penelitian terdiri dari 15 jenis, yang tergolong dalam 3 kelas dan 2 filum dengan komposisi kelas *Gastropoda* (21 %), *Bivalvia* (56 %) dan *Polychaeta* (23 %), dengan nilai kepadatan makrozoobenthos berkisar antara 200 – 325 Ind/m².
2. Nilai indeks keanekaragaman (H') di kelima stasiun dapat dikategorikan keanekaragaman rendah dengan nilai rerata $H' = 1.248$.
3. Kriteria nilai indeks keseragaman (E) pada Stasiun I mengindikasikan kondisi yang tertekan. Sedangkan untuk Stasiun II dan V termasuk ke dalam kategori kondisi labil dan untuk Stasiun III dan IV masuk dalam kategori stabil sedangkan nilai indeks dominansi (D) yang menunjukkan tidak adanya jenis yang mendominasi secara signifikan.

B. Saran

Kedepannya perlu dilakukan penelitian tentang analisis kualitas perairan dan kondisi bioekologis serta dilakukan penelitian yang kontinu dan dalam jangka waktu yang lebih lama dan komprehensif untuk melihat perubahan temporal dari masukkan bahan-bahan organik ke dalam perairan dan sedimen akibat aktivitas yang berbeda di perairan Sungai Tallo serta pengaruh langsungnya terhadap makrozoobentos.

DAFTAR PUSTAKA

- Abel, P.D., 1989. **Water Pollution Biology**. New York: John Wiley and Sons.
- Agustinus y dan Pratomo A. 2013. **Struktur Komunitas Makrozoobentos Sebagai Indikator Kualitas Perairan di Pulau Lengkang Kecamatan Belakang Padang Kota Batam Provinsi Kepulauan Riau**. Jurnal Ilmu Kelautan, FIKP, Universitas Maritim Raja Ali Haji (UMRAH).
- APHA., 1992. **Standart Methods for the Examination of Water and Waste Water**. 18th edition. Woshington.
- Badan Pendidikan dan Pelatihan Perikanan (BP3 Ambon), 2012. **Identifikasi Kekayaan Sumberdaya Ekosistem Estuari**. <http://bp3ambon-kkp.org/identifikasi-kekayaan-sumberdaya-ekosistem-estuari/>
- Barus, T.A. 2002. **Pengantar Limnologi**. Medan: Universitas Sumatra Utara.
- BPS, 2003. Maros Dalam Angka 2003. Badan Pusat Statistik Kab. Maros. Sul-Sel.
- Ohrel Ronald L. & K. Register. (2006). **Voluntary Estuary Monitoring Manual, A Method Manual**. Second Edition, EPA-842-B 06003: 12p. Diakses dari: <http://www.epa.gov/owow/estuaries/monitor/>
- Connel dan Miller, 1995, **Kimia dan Etoksikologi Pencemaran**, diterjemahkan oleh Koestoer, S., hal. 419, Indonesia University Press, Jakarta.
- Darmono, 2001. **Lingkungan Hidup dan Pencemaran (Hubungannya dengan Toksikologi Senyawa Logam)**, Penerbit: Universitas Indonesia Press, Jakarta
- Dahuri. R. 1992. **Strategi penelitian estuari di Indonesia**. Pros. Loka. Nas. Peny. Prog. Pen. Bio. Kelautan dan Proses Dinam. Pesisir. UNDIP, Semarang.
- Dean EW. 1974. **Determination of carbonat and organic matter in calcareus sediment and sedimentary rock by loss on ignition: comparison with other method**. *J Sedimentary Petrology* Vol 44 No.1:242-248.
- De Roach, R. J., Rate, A. W., Knott, B., and Davies, P. M. (2002) **Dennitrification activity in sediment surrounding polychaete (*Ceratonereis aequisetis*) burrows**. *Marine & Freshwater Research*, 53: 35-41
- Dernie, K. M., Kaiser, M. J., and Warwick, R. M. (2003). **Recovery rates of benthic communities following physical disturbance**. *Journal of Animal Ecology* 72: 1043-1045.
- Dianthani, D. 2003. **Identifikasi Jenis Plankton di Perairan Muara Badak, Kalimantan Timur**. Makalah Falsafah Sains (PPs 702) Program Pasca Sarjana / S3 Institut Pertanian Bogor. Posted Mei 2003

- Effendi, H. 2003. **Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan**. Kanisius. Yogyakarta.
- Fardiaz. S, 1992. **Polusi Air dan Udara**, Penerbit: Kanisius, Yogyakarta.
- Fachrul, M. F. 2007. **Metode Sampling Bioekologi**. Bumi Aksara. Jakarta.
- Graf, G. and Rosenberg, R. (1997). **Bioresuspension and biodeposition a reve**. *Journal of Marine Systems*, 11: 269-278.
- Grall, J., and L. Chauvaud. 2002. **Marine eutrophication and benthos: The need for new approaches and concepts**. *Glob. Chang.*
- Hansen, K. Kristensen, E. (1998). **The impact of polychaete Nereidiversicolor and enrichment with macroalga (Chaetomorhalinum) detritus on benthic metabolism and nutrient dynamics in organik-rich sediment**. *Journal of eksperimental Marine Biology and Ecology* 231: 201-223.
- Hawkes, H. A. 1976. **Principle Standart Methods for Determining Ecological Criteria on Hydrobioceanose**. Pergamon Press, Oxford.
- Hawkes H. A. 1979. **Invertebrates as Indicator of River Water Quality**. In: Jamers A. and Evison L, editor. *Biological Indicator of Water Quality*. Toronto Canada: John Willey and Sons.
- Heilskov, A. and Holmer, M (2001). **Effect of benthic fauna on organic matter mineralization in fish-farm sediments: importance of size and abudance**. *ICES Journal of Marine Science* 58: 123-139
- Heru, S. 2014. **Pencemaran Logam Berat Di Perairan Pesisir Kota Makassar Dan Upaya Penanggulangannya**. Balai Penelitian Kehutanan Makassar. Vol. 11 No. 1 Mei 2014 : 1 - 13
- Hutabarat dan Evans., 1984. **Pengantar oseanografi**. UI Press. Jakarta.
- Hutagalung, et al., 1997, **Metode Analisa Air Laut, Sedimen, dan Biota**. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Jakarta.
- Hutchinson, 1976. **A Treatise on Limnology 1**: john Wiley and Sons, Inc. New York. Chester, R. 1993. *Marine Geochemistry*. Unwin Hyman Ltd. London.
- Hynes, H. B. N. 1976. **The Ekologi with of Running Water**. England: Liverpool University Press
- Kennish M.J.,2002. **Environmental threats and environmental future of estuaries**. *Environmental Conservation* 29: 78-107.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup (Kepmen LH). 2004. **Baku Mutu Air Laut untuk Biota Laut Nomor. 51**. Jakarta.

- Kinne, O. 1964. **The Effect of Temperature and Salinity on Marine and Brackishwater Animals II.** *Journal of Oceanography Marine Biology Annual review*, 2: hlm. 281-339.
- Kristensen, E. (2000). **Organik matter diagnosis at the oxic/anoxic interface in coastal marine sediment, with emphasis on the role of burrowing animals.** *Hydrobiologia*, 426: 1-24
- Lalli, C. M. and T. R. Parsons. 1993. **Biological oceanography an introduction.** Univ. of British Columbia Pergamon Press. Oxford.
- Lind, O.T. 1979. **Handbook of common Method in Limnology.** The C.V. Mosby Company. St. Louis, Missouri. 199 hlm.
- Lohrer, A. m., Thrush, S. F., Hunt, L., Hancock, N., and Lundquist, C. (2005) **Rapid reworking of subtidal sediment by burrowing spatangoid urchins.** *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 321: 155-169
- Nugroho, A E. 2006. **Tingkat biofiltrasi Kijing air tawar (*P. exilis*) terhadap bahan organik.** Skripsi FPIK IPB
- Nybakken, J. W., 1992. **Biologi Laut Suatu Pendekatan Ekologis.** PT. Gramedia. Jakarta.
- Odum, E. P. 1998. **Dasar-dasar Ekologi.** Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. Indonesia.
- Pardo, E.V. and Dauer, D.M. (2003). **Particle size selections in individuals from epifaunal versus infaunal populations of the nereidid polychaete *Neanthes succinea* (Polychaeta: Nereididae).** *Hydrobiologia*, 496: 355-360.
- Perdana, Tio, Winny Retna Melani, Andi Zulfikar. 2013. **Kajian Kandungan Bahan Organik Terhadap Kelimpahan Keong Bakau (*Telescopium telescopium*) Di Perairan Teluk Riau Tanjungpinang.** Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Maritim Raja Ali Haji.
- Pratama, L.S. 2015. **Keanekaragaman Kerang (Bivalvia) Di Zona Intertidal Teluk Pangpang Kecamatan Muncar Kabupaten Banyuwangi Dan Pemanfaatannya Sebagai Buku Suplemen.** FKIP. Universitas Jember
- Ridwan M., Fathoni F., Fatimah I., & Pangestu D A. (2016). **Struktur Komunitas Makrozoobenthos di Empat Muara Sungai Cagar Alam Pulau Dua, Serang, Banten.** *Al-Kauniah Jurnal Biologi*, 9(1), 2016, 57-65. <http://journal.uinjkt.ac.id/index.php/kauniah>
- Reynold, S. C. 1971. **A manual introductory soil science and sample soil analysis methods.** North Pacific Commision. 147 hal.
- Rosenberg, D. M. and V. H. Resh. 1993. **Fresh Water Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates.** Chapman and Hall. New York. London

- Rositasari, R dan Rahayu S.K., 1994. **Sifat-Sifat Estuari dan Pengelolaannya**. Jurnal Oseana, Volume XIX, Nomor 3: 21-31
- Sanders. 1986. **Marine Benthic Diversity**: a comparative study.
- Sinaga, T. 2009. Tesis: **Keanekaragaman Makrozoobentos Sebagai Indikator Kualitas Perairan Danau Toba Balige Kabupaten Toba Samosir**. USU. Medan (tidak diterbitkan).
- Sinambela, M.M. 1994. **Keanekaragaman Makrozoobenthos Sebagai Indikator Kualitas Sungai Babura**. Program Pasca Sarjana IPB. Bogor
- Snelgrove, P. V. R. (1999). **Getting to the bottom of marine biodiversity: sedimentary habitats**. BioScience, 49: 129-142
- Snelgrove, P. V. R. and Butman, C. A. (1994). **Animal-sediment relationship revisited: cause versus effect**. Oceanography and Marine Biology Annual Review, 32: 111-177
- Storer T I and R L Usinger. 1961. **General Zoology**. McGraw-Hill. New York.
- Sudarja, Y., 1987. **Komposisi Kelimpahan dan Penyebaran mangrove dari Hulu ke Hilir Berdasarkan Gradien Kedalaman di Situ Lentik, Dermaga**. Kab Bogor. Karya Ilmiah. Fakultas Perikanan. IPB. Bogor.
- Supiyati, dkk. 2012. **Karakteristik dan Kualitas Air di Muara Sungai Hitam Provinsi Bengkulu dengan Software Som Toolbox 2**. Fakultas Matematika dan Ilmu pengetahuan Alam. Universitas Bengkulu: Indonesia.
- Supriharyono, 2002, **Pelestarian dan Pengelolaan Sumber Daya Alam di Wilayah Pesisir Tropis**, hal 156, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Susana, T. 2009. **Tingkat Keasaman (pH) dan Oksigen Terlarut Sebagai Indikator Kualitas Perairan Sekitar Muara Sungai Cisdane**. Jurnal Teknologi Lingkungan, 5(2):33 – 39
- Thoha, H. 2003. **Pengaruh Musim terhadap Plankton di Perairan Riau Kepulauan dan Sekitarnya**. Pusat Penelitian Oseanografi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Jakarta, Indonesia. Makara Sains. 7: 59-61.
- Vernberg, W. B., F. P. Thurberg., A. Calabrese and F. J. Vernberg. 1981. **Marine Pollution: Functional Responses**. London Academic Press. London.
- Wenworth, C.K., 1922. **A scale of grade and class term for clastic sediment**. Jour. Geol. 30: 337 – 392
- Wilhm, J. F. 1975. **Biological Indicators of pollution**. Dalam Whitton B. A. (ed). **River Ecology**. Blackwell Scient Publ. Oxpord.
- Wiwoho BS. 2008. **Working Paper Binder**. State University of Malang. Faculty of Mathematics and Natural Sciences Geography Program.

Wijayanti, H. 2007. **Kualitas Perairan di Pantai Kota Bandar Lampung Berdasarkan Komunitas Hewan Makrobenthos**. Tesis. Program Pascasarjana, Universitas Diponegoro. Semarang.

Wood MS. 1987. **Subtidal ecology**. Edward Arnold Pty. Limited, Australia.

Yeanny, S M. 2007. **Keanekaragaman Makrozoobenthos di Muara Sungai Belawan**. Jurnal Biologi Sumatra, Juli 2007, Universitas Sumatra Utara.

L

A

M

P

I

R

A

N

Lampiran 1. Data Indeks Ekologi

INDEKS EKOLOGI						
STASIUN	ni	ni/N	ni/N*ln (ni/N)	KEANEKARAGAMAN (H')	KESERAGAMAN (E)	DOMINANSI (D)
1	5	0,079	-0,201	1,014	0,440	0,006
	3	0,048	-0,145			0,002
	1	0,016	-0,066			0,000
	1	0,016	-0,066			0,000
	1	0,016	-0,066			0,000
	1	0,016	-0,066			0,000
	1	0,016	-0,066			0,000
	1	0,016	-0,066			0,000
	48	0,762	-0,207			0,580
1	0,016	-0,066	0,000			
TOTAL	63		-1,014			0,591
INDEKS EKOLOGI						
STASIUN	ni	ni/N	ni/N*ln (ni/N)	KEANEKARAGAMAN (H')	KESERAGAMAN (E)	DOMINANSI (D)
2	1	0,025	-0,092	0,872	0,542	0,001
	7	0,175	-0,305			0,031
	1	0,025	-0,092			0,001
	2	0,050	-0,150			0,003
	29	0,725	-0,233			0,526
TOTAL	40		-0,872			0,560
INDEKS EKOLOGI						
STASIUN	ni	ni/N	ni/N*ln (ni/N)	KEANEKARAGAMAN (H')	KESERAGAMAN (E)	DOMINANSI (D)
3	5	0,077	-0,197	1,707	0,877	0,006
	1	0,015	-0,064			0,000
	8	0,123	-0,258			0,015
	21	0,323	-0,365			0,104
	8	0,123	-0,258			0,015
	6	0,092	-0,220			0,009
	16	0,246	-0,345			0,061
TOTAL	65		-1,707			0,210
INDEKS EKOLOGI						
STASIUN	ni	ni/N	ni/N*ln (ni/N)	KEANEKARAGAMAN (H')	KESERAGAMAN (E)	DOMINANSI (D)
4	1	0,018	-0,072	1,470	0,821	0,000
	7	0,125	-0,260			0,016
	9	0,161	-0,294			0,026
	21	0,375	-0,368			0,141
	2	0,036	-0,119			0,001
	16	0,286	-0,358			0,082
TOTAL	56		-1,470			0,265
INDEKS EKOLOGI						
STASIUN	ni	ni/N	ni/N*ln (ni/N)	KEANEKARAGAMAN (H')	KESERAGAMAN (E)	DOMINANSI (D)
5	3	0,058	-0,165	1,179	0,658	0,003
	11	0,212	-0,329			0,045
	1	0,019	-0,076			0,000
	31	0,596	-0,308			0,355
	5	0,096	-0,225			0,009
	1	0,019	-0,076			0,000
TOTAL	52		-1,179			0,413

Lampiran 2. Ukuran Butir Sedimen

Stasiun	Ulangan	Koordinat Lapangan		Berat Awal (g)	Analisis	Besar Butir (mm)							Berat Akhir (g)	Ukuran Besar Butir (mm)	Jenis Sedimen	
		E	S			2	1	0,5	0,25	0,125	0,063	<0.063				
I	1	119,451600	-5,102177	100,165	Berat	2,411	2,509	4,099	8,058	56,465	24,665	1,438	99,645	0,171	Very Fine Sand/Pasir Sangat Halus	
				%Berat	2,407	2,505	4,092	8,045	56,372	24,624	1,436					
				%Kumulatif	2,407	4,912	9,004	17,049	73,421	98,045	99,481					
	2			100,030	Berat	1,665	2,417	3,967	7,580	63,148	19,832	0,947	99,556			0,171
				%Berat	1,665	2,416	3,966	7,578	63,129	19,826	0,947					
				%Kumulatif	1,665	4,081	8,047	15,625	78,754	98,580	99,527					
	3			100,222	Berat	1,464	7,755	10,196	16,756	35,570	23,488	2,851	98,080			0,202
				%Berat	1,461	7,738	10,173	16,719	35,491	23,436	2,845					
				%Kumulatif	1,461	9,199	19,372	36,091	71,582	95,018	97,863					
	4			100,011	Berat	1,069	7,400	8,362	19,336	39,028	21,685	2,811	99,691			0,202
				%Berat	1,069	7,399	8,361	19,334	39,024	21,683	2,811					
				%Kumulatif	1,069	8,468	16,829	36,163	75,187	96,869	99,680					
	5			100,131	Berat	2,736	9,333	12,356	20,304	32,610	18,905	3,224	99,468			0,249
				%Berat	2,732	9,321	12,340	20,277	32,567	18,880	3,220					
				%Kumulatif	2,732	12,053	24,393	44,670	77,237	96,118	99,337					

Stasiun	Ulangan	Koordinat Lapangan		Berat Awal (g)	Analisis	Besar Butir (mm)							Berat Akhir (g)	Ukuran Besar Butir (mm)	Jenis Sedimen	
		E	S			2	1	0,5	0,25	0,125	0,063	<0.063				
II	1	119,453588	-5,113182	100,056	Berat	0,182	1,256	12,514	28,160	26,916	26,694	3,254	98,976	0,171	Very Fine Sand/Pasir Sangat Halus	
				%Berat	0,182	1,255	12,507	28,144	26,901	26,679	3,252					
				%Kumulatif	0,182	1,437	13,944	42,089	68,989	95,669	98,921					
	2			100,280	Berat	0,271	2,434	9,566	22,654	24,324	33,026	6,952	99,227			0,171
				%Berat	0,270	2,427	9,539	22,591	24,256	32,934	6,933					
				%Kumulatif	0,270	2,697	12,236	34,827	59,083	92,017	98,950					
	3			100,322	Berat	0,136	0,321	5,009	26,848	29,842	34,678	3,054	99,888			0,140
				%Berat	0,136	0,320	4,993	26,762	29,746	34,567	3,044					
				%Kumulatif	0,136	0,456	5,449	32,211	61,957	96,524	99,568					
	4			100,020	Berat	0,095	0,404	3,440	27,641	27,701	36,784	3,011	99,076			0,156
				%Berat	0,095	0,404	3,439	27,635	27,695	36,777	3,010					
				%Kumulatif	0,095	0,499	3,938	31,574	59,269	96,046	99,056					
	5			100,008	Berat	0,000	0,772	9,633	25,918	25,193	36,309	2,145	99,970			0,187
				%Berat	0,000	0,772	9,632	25,916	25,191	36,306	2,145					
				%Kumulatif	0,000	0,772	10,404	36,320	61,511	97,817	99,962					

Stasiun	Ulangan	Koordinat Lapangan		Berat Awal (g)	Analisis	Besar Butir (mm)							Berat Akhir (g)	Ukuran Besar Butir (mm)	Jenis Sedimen
		E	S			2	1	0,5	0,25	0,125	0,063	<0,063			
III	1	119,47493	-5,127748	100,069	Berat	0,000	0,224	8,569	27,734	39,914	22,224	0,873	99,538	0,171	Very Fine Sand/Pasir Sangat Halus
				%Berat	0,000	0,224	8,563	27,715	39,886	22,209	0,872				
				%Kumulatif	0,000	0,224	8,787	36,502	76,388	98,597	99,469				
	2			100,017	Berat	0,000	0,772	9,633	25,918	25,193	36,309	2,145	99,970	0,234	
				%Berat	0,000	0,772	9,631	25,914	25,189	36,303	2,145				
				%Kumulatif	0,000	0,772	10,403	36,317	61,506	97,808	99,953				
	3			100,149	Berat	0,000	0,841	7,900	23,413	27,540	36,911	2,928	99,533	0,156	
				%Berat	0,000	0,840	7,888	23,378	27,499	36,856	2,924				
				%Kumulatif	0,000	0,840	8,728	32,106	59,605	96,461	99,385				
	4			100,095	Berat	0,000	0,711	9,240	25,457	40,984	22,101	0,859	99,352	0,171	
				%Berat	0,000	0,710	9,231	25,433	40,945	22,080	0,858				
				%Kumulatif	0,000	0,710	9,942	35,374	76,319	98,400	99,258				
	5			100,177	Berat	0,164	0,614	7,856	22,933	24,896	36,842	5,720	99,025	0,140	
				%Berat	0,164	0,613	7,842	22,892	24,852	36,777	5,710				
				%Kumulatif	0,164	0,777	8,619	31,512	56,364	93,140	98,850				

Stasiun	Ulangan	Koordinat Lapangan		Berat Awal (g)	Analisis	Besar Butir (mm)							Berat Akhir (g)	Ukuran Besar Butir (mm)	Jenis Sedimen
		E	S			2	1	0,5	0,25	0,125	0,063	<0,063			
IV	1	119,469275	-5,12791	100,040	Berat	0,000	0,031	9,044	49,633	35,410	5,213	0,223	99,554	0,269	Very Fine Sand/Pasir Sangat Halus
				%Berat	0,000	0,031	9,040	49,613	35,396	5,211	0,223				
				%Kumulatif	0,000	0,031	9,071	58,685	94,080	99,291	99,514				
	2			100,071	Berat	0,000	1,332	13,968	26,243	26,726	29,638	1,950	99,857	0,202	
				%Berat	0,000	1,331	13,958	26,224	26,707	29,617	1,949				
				%Kumulatif	0,000	1,331	15,289	41,514	68,221	97,838	99,786				
	3			100,056	Berat	0,000	0,198	6,483	27,197	26,434	37,243	1,955	99,510	0,171	
				%Berat	0,000	0,198	6,479	27,182	26,419	37,222	1,954				
				%Kumulatif	0,000	0,198	6,677	33,859	60,278	97,500	99,454				
	4			100,020	Berat	0,000	2,037	13,129	27,041	28,509	26,729	1,841	99,286	0,218	
				%Berat	0,000	2,037	13,126	27,036	28,503	26,724	1,841				
				%Kumulatif	0,000	2,037	15,163	42,199	70,702	97,426	99,266				
	5			100,065	Berat	0,000	0,377	4,661	26,189	45,100	22,304	0,922	99,553	0,202	
				%Berat	0,000	0,377	4,658	26,172	45,071	22,290	0,921				
				%Kumulatif	0,000	0,377	5,035	31,207	76,277	98,567	99,488				

Stasiun	Ulangan	Koordinat Lapangan		Berat Awal (g)	Analisis	Besar Butir (mm)							Berat Akhir (g)	Ukuran Besar Butir (mm)	Jenis Sedimen
		E	S			2	1	0,5	0,25	0,125	0,063	<0,063			
V	1	119,476687	-5,145182	100,047	Berat	0,073	0,205	4,681	18,684	32,500	38,900	2,571	97,614	0,156	Very Fine Sand/Pasir Sangat Halus
				%Berat	0,073	0,205	4,679	18,675	32,485	38,882	2,570				
				%Kumulatif	0,073	0,278	4,957	23,632	56,117	94,998	97,568				
	2			100,138	Berat	0,000	0,470	4,025	13,442	45,222	30,698	2,053	95,910	0,163	
				%Berat	0,000	0,469	4,019	13,423	45,160	30,656	2,050				
				%Kumulatif	0,000	0,469	4,489	17,912	63,072	93,728	95,778				
	3			100,045	Berat	0,000	0,149	3,311	38,558	44,372	12,345	0,511	99,246	0,187	
				%Berat	0,000	0,149	3,310	38,541	44,352	12,339	0,511				
				%Kumulatif	0,000	0,149	3,458	41,999	86,351	98,691	99,201				
	4			100,029	Berat	0,051	0,128	2,392	20,172	53,438	21,715	1,511	99,407	0,187	
				%Berat	0,051	0,128	2,391	20,163	53,414	21,705	1,510				
				%Kumulatif	0,051	0,179	2,570	22,733	76,147	97,852	99,362				
	5			100,220	Berat	0,037	0,293	6,074	22,942	40,147	27,090	2,417	99,000	0,187	
				%Berat	0,037	0,293	6,071	22,932	40,129	27,078	2,416				
				%Kumulatif	0,037	0,330	6,401	29,333	69,462	96,540	98,955				

Lampiran 3. Persentase Besar Butir Sedimen

Stasiun	Diameter (mm)	Berat (gr)	% Berat	% kumulatif	Pasir Kasar %	Pasir Sedang %	Pasir Halus %
1.1	2	2,411	2,407	2,407	9,004	8,045	82,459
	1	2,509	2,505	4,912			
	0,5	4,099	4,092	9,004			
	0,25	8,058	8,045	17,049			
	0,125	56,465	56,372	73,421			
	0,063	24,665	24,624	98,045			
	< 0.063	1,438	1,463	99,481			
	Jumlah	99,645	99,508				
1.2	2	1,665	1,665	1,665	8,047	7,578	83,902
	1	2,417	2,416	4,081			
	0,5	3,967	3,966	8,047			
	0,25	7,580	7,578	15,625			
	0,125	63,148	63,129	78,754			
	0,063	19,832	19,826	98,580			
	< 0.063	0,947	0,947	99,527			
	Jumlah	99,556	99,527				
1.3	2	1,464	1,461	1,461	19,372	16,719	61,772
	1	7,755	7,738	9,199			
	0,5	10,196	10,173	19,372			
	0,25	16,756	16,719	36,091			
	0,125	35,570	35,491	71,582			
	0,063	23,488	23,436	95,018			
	< 0.063	2,851	2,845	97,863			
	Jumlah	98,080	97,863				
1.4	2	1,069	1,069	1,069	16,779	19,334	63,518
	1	7,400	7,349	8,468			
	0,5	8,362	8,361	16,829			
	0,25	19,336	19,334	36,163			
	0,125	39,028	39,024	75,187			
	0,063	21,685	21,683	96,869			
	< 0.063	2,811	2,811	99,680			
	Jumlah	99,691	99,631				
1.5	2	2,736	2,732	2,732	24,393	20,277	54,667
	1	9,333	9,321	12,053			
	0,5	12,356	12,340	24,393			
	0,25	20,304	20,277	44,670			
	0,125	32,610	32,567	77,237			
	0,063	18,905	18,880	96,118			
	< 0.063	3,224	3,220	99,337			
	Jumlah	99,468	99,337				

Stasiun	Diameter (mm)	Berat (gr)	% Berat	% kumulatif	Pasir Kasar %	Pasir Sedang %	Pasir Halus %
2.1	2	0,182	0,182	0,182	13,914	28,144	56,832
	1	1,256	1,225	1,437			
	0,5	12,514	12,507	13,944			
	0,25	28,160	28,144	42,089			
	0,125	26,916	26,901	68,989			
	0,063	26,694	26,679	95,669			
	< 0.063	3,254	3,252	98,921			
	Jumlah	98,976	98,890				
2.2	2	0,271	0,270	0,270	12,237	22,591	64,122
	1	2,434	2,427	2,697			
	0,5	9,566	9,539	12,236			
	0,25	22,654	22,591	34,827			
	0,125	24,324	24,256	59,083			
	0,063	33,026	32,934	92,017			
	< 0.063	6,952	6,933	98,950			
	Jumlah	99,227	98,950				
2.3	2	0,136	0,136	0,136	5,448	26,762	67,357
	1	0,321	0,320	0,456			
	0,5	5,009	4,993	5,449			
	0,25	26,848	26,762	32,211			
	0,125	29,842	29,746	61,957			
	0,063	34,678	34,567	96,524			
	< 0.063	3,054	3,044	99,568			
	Jumlah	99,888	99,567				
2.4	2	0,095	0,095	0,095	3,938	27,635	67,483
	1	0,404	0,404	0,499			
	0,5	3,44	3,439	3,938			
	0,25	27,641	27,635	31,574			
	0,125	27,701	27,695	59,269			
	0,063	36,784	36,777	96,046			
	< 0.063	3,011	3,010	99,056			
	Jumlah	99,076	99,056				
2.5	2	0,000	0,000	0,000	10,404	25,916	63,642
	1	0,772	0,772	0,772			
	0,5	9,633	9,632	10,404			
	0,25	25,918	25,916	36,320			
	0,125	25,193	25,191	61,511			
	0,063	36,309	36,306	97,817			
	< 0.063	2,145	2,145	99,962			
	Jumlah	99,970	99,962				

Stasiun	Diameter (mm)	Berat (gr)	% Berat	% kumulatif	Pasir Kasar %	Pasir Sedang %	Pasir Halus %
3.1	2	0,000	0,000	0,000	8,787	27,715	62,968
	1	0,224	0,224	0,224			
	0,5	8,569	8,563	8,787			
	0,25	27,734	27,715	36,502			
	0,125	39,914	39,886	76,388			
	0,063	22,224	22,209	98,597			
	< 0.063	0,873	0,872	99,469			
	Jumlah	99,538	99,469				
3.2	2	0,000	0,000	0,000	10,403	25,914	63,636
	1	0,772	0,772	0,772			
	0,5	9,633	9,631	10,403			
	0,25	25,918	25,914	36,317			
	0,125	25,193	25,189	61,506			
	0,063	36,309	36,303	97,808			
	< 0.063	2,145	2,145	99,953			
	Jumlah	99,970	99,953				
3.3	2	0,000	0,000	0,000	8,728	23,378	67,279
	1	0,841	0,840	0,840			
	0,5	7,900	7,888	8,728			
	0,25	23,413	23,378	32,106			
	0,125	27,540	27,499	59,605			
	0,063	36,911	36,856	96,461			
	< 0.063	2,928	2,924	99,385			
	Jumlah	99,533	99,385				
3.4	2	0,000	0,000	0,000	9,942	25,433	63,883
	1	0,711	0,710	0,710			
	0,5	9,240	9,231	9,942			
	0,25	25,457	25,433	35,374			
	0,125	40,984	40,945	76,319			
	0,063	22,101	22,080	98,400			
	< 0.063	0,859	0,858	99,258			
	Jumlah	99,352	99,258				
3.5	2	0,164	0,164	0,164	8,619	22,892	67,339
	1	0,614	0,613	0,777			
	0,5	7,856	7,842	8,619			
	0,25	22,933	22,892	31,512			
	0,125	24,896	24,852	56,364			
	0,063	36,842	36,777	93,140			
	< 0.063	5,720	5,710	98,850			
	Jumlah	99,025	98,850				

Stasiun	Diameter (mm)	Berat (gr)	% Berat	% kumulatif	Pasir Kasar %	Pasir Sedang %	Pasir Halus %
4.1	2	0,000	0,000	0,000	9,071	49,613	40,830
	1	0,031	0,031	0,031			
	0,5	9,044	9,040	9,071			
	0,25	49,633	49,613	58,685			
	0,125	35,410	35,396	94,080			
	0,063	5,213	5,211	99,291			
	< 0.063	0,223	0,223	99,514			
	Jumlah	99,554	99,514				
4.2	2	0,000	0,000	0,000	15,289	26,224	58,273
	1	1,332	1,331	1,331			
	0,5	13,968	13,958	15,289			
	0,25	26,243	26,224	41,514			
	0,125	26,726	26,707	68,221			
	0,063	29,638	29,617	97,838			
	< 0.063	1,950	1,949	99,786			
	Jumlah	99,857	99,786				
4.3	2	0,000	0,000	0,000	6,677	27,182	65,595
	1	0,198	0,198	0,198			
	0,5	6,483	6,479	6,677			
	0,25	27,197	27,182	33,859			
	0,125	26,434	26,419	60,278			
	0,063	37,243	37,222	97,500			
	< 0.063	1,955	1,954	99,454			
	Jumlah	99,510	99,454				
4.4	2	0,000	0,000	0,000	15,163	27,036	57,068
	1	2,037	2,037	2,037			
	0,5	13,129	13,126	15,163			
	0,25	27,041	27,036	42,199			
	0,125	28,509	28,503	70,702			
	0,063	26,729	26,724	97,426			
	< 0.063	1,841	1,841	99,266			
	Jumlah	99,286	99,266				
4.5	2	0,000	0,000	0,000	5,035	26,172	68,282
	1	0,377	0,377	0,377			
	0,5	4,661	4,658	5,035			
	0,25	26,189	26,172	31,207			
	0,125	45,100	45,071	76,277			
	0,063	22,304	22,290	98,567			
	< 0.063	0,922	0,921	99,488			
	Jumlah	99,553	99,488				

Stasiun	Diameter (mm)	Berat (gr)	% Berat	% kumulatif	Pasir Kasar %	Pasir Sedang %	Pasir Halus %
5.1	2	0,073	0,073	0,073	4,957	18,675	73,936
	1	0,205	0,205	0,278			
	0,5	4,681	4,679	4,957			
	0,25	18,684	18,675	23,632			
	0,125	32,500	32,485	56,117			
	0,063	38,900	38,882	94,998			
	< 0.063	2,571	2,570	97,568			
	Jumlah	97,614	97,568				
5.2	2	0,000	0,000	0,000	4,489	13,423	77,866
	1	0,470	0,469	0,469			
	0,5	4,025	4,019	4,489			
	0,25	13,442	13,423	17,912			
	0,125	45,222	45,160	63,072			
	0,063	30,698	30,656	93,728			
	< 0.063	2,053	2,050	95,778			
	Jumlah	95,910	95,778				
5.3	2	0,000	0,000	0,000	3,458	38,541	57,202
	1	0,149	0,149	0,149			
	0,5	3,311	3,310	3,458			
	0,25	38,558	38,541	41,999			
	0,125	44,372	44,352	86,351			
	0,063	12,345	12,339	98,691			
	< 0.063	0,511	0,511	99,201			
	Jumlah	99,246	99,201				
5.4	2	0,051	0,051	0,051	2,570	20,163	76,630
	1	0,128	0,128	0,179			
	0,5	2,392	2,391	2,570			
	0,25	20,172	20,163	22,733			
	0,125	53,438	53,414	76,147			
	0,063	21,715	21,705	97,852			
	< 0.063	1,511	1,510	99,362			
	Jumlah	99,407	99,362				
5.5	2	0,037	0,037	0,037	6,401	22,932	69,623
	1	0,293	0,293	0,330			
	0,5	6,074	6,071	6,401			
	0,25	22,942	22,932	29,333			
	0,125	40,147	40,129	69,462			
	0,063	27,090	27,078	96,540			
	< 0.063	2,417	2,416	98,955			
	Jumlah	99,000	98,955				

Lampiran 4. Berat Organik Total (BOT)

Stasiun	Ulangan	Koordinat Lapangan		BC kosong	B contoh	BC+ B contoh sebelum tanur	BC+B contoh setelah tanur	Sisa debu setelah tanur	BOT (%)	Rata - Rata (%)
		E	S							
1	1	119,451600	-5,102177	23,183	5,008	28,191	27,583	0,608	12,14	12,56
	2			22,785	5,091	27,876	27,358	0,518	10,17	
	3			20,558	5,040	25,598	24,836	0,762	15,12	
	4			26,628	5,082	31,710	31,126	0,584	11,49	
	5			19,959	5,050	25,009	24,308	0,701	13,88	
2	1	119,453588	-5,113182	27,791	5,064	32,855	31,707	1,148	22,67	21,46
	2			26,685	5,040	31,725	30,602	1,123	22,28	
	3			21,700	5,048	26,748	25,618	1,130	22,39	
	4			16,013	5,068	21,081	20,079	1,002	19,77	
	5			27,070	5,021	32,091	31,077	1,014	20,20	
3	1	119,47493	-5,127748	26,004	5,047	31,051	30,196	0,855	16,94	16,28
	2			26,685	5,020	31,705	30,599	1,106	22,03	
	3			26,585	5,089	31,674	30,931	0,743	14,60	
	4			22,348	5,004	27,352	26,670	0,682	13,63	
	5			16,814	5,043	21,857	21,142	0,715	14,18	
4	1	119,46928	-5,12791	26,581	5,025	31,606	30,981	0,625	12,44	14,43
	2			22,237	5,035	27,272	26,620	0,652	12,95	
	3			21,641	5,036	26,677	26,106	0,571	11,34	
	4			28,631	5,087	33,718	32,766	0,952	18,71	
	5			27,620	5,016	32,636	31,799	0,837	16,69	
5	1	119,476687	-5,145182	25,705	5,064	30,769	29,928	0,841	16,61	17,33
	2			18,644	5,010	23,654	22,780	0,874	17,45	
	3			27,265	5,001	32,266	31,369	0,897	17,94	
	4			17,519	5,056	22,575	21,654	0,921	18,22	
	5			28,145	5,064	33,209	32,280	0,929	18,35	

Lampiran 5. Data Parameter Lingkungan

PARAMETER LINGKUNGAN					
Stasiun	Ulangan	Oksigen Terlarut DO (mg/L)	Derajat Keasaman (pH)	Salinitas(‰)	Suhu (°C)
I	1	4,14	7,19	7	27
	2				
	3				
	4				
	5				
II	1	4,29	7,14	5	27
	2				
	3				
	4				
	5				
III	1	4,84	7,19	4	29
	2				
	3				
	4				
	5				
IV	1	4,74	7,18	3	29
	2				
	3				
	4				
	5				
V	1	5,06	7,12	3	29
	2				
	3				
	4				
	5				

Lampiran 6. Analisis One Way ANOVA

Descriptives

Kepadatan

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
					Stasiun I	5		
Stasiun II	5	2.0000E2	84.77912	37.91438	94.7328	305.2672	75.00	300.00
Stasiun III	5	3.2500E2	175.00000	78.26238	107.7088	542.2912	150.00	525.00
Stasiun IV	5	2.8000E2	108.10874	48.34770	145.7653	414.2347	100.00	375.00
Stasiun V	5	2.6000E2	116.72618	52.20153	115.0653	404.9347	125.00	425.00
Total	25	2.7800E2	145.47337	29.09467	217.9515	338.0485	25.00	525.00

Test of Homogeneity of Variances

Kepadatan

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
3.996	4	20	.015

ANOVA

Kepadatan					
s	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	54150.000	4	13537.500	.597	.669
Within Groups	453750.000	20	22687.500		
Total	507900.000	24			

Lampiran 7. Kepadatan Relatif

KEPADATAN RELATIF/STASIUN					
JENIS	I	II	III	IV	V
<i>Neritina</i> sp.	0,092				
<i>Cerithium</i> sp.	0,062	0,025			
<i>Terebralia</i> sp.	0,015				
<i>Nerita</i> sp.	0,015				
<i>Vexillum</i> sp.	0,015				
<i>Noptunea</i> sp.	0,015				
<i>Rissoina</i> sp.		0,175	0,077	0,018	0,058
<i>Thiara pugilis</i>		0,000	0,015		
<i>Thiara</i> sp.		0,025	0,123	0,125	0,212
<i>Nassarius</i> sp.	0,015				
<i>Mytilus</i> sp.			0,323	0,161	0,019
<i>Corbicula ducalis</i>			0,123	0,375	0,596
<i>Tellina</i> sp.	0,015	0,050	0,092	0,036	0,096
<i>Hiatula</i> sp.	0,738				
<i>Nereis</i> sp.	0,015	0,725	0,246	0,286	0,019

Lampiran 8. Frekuensi Relatif

FREKUENSI RELATIF/STASIUN					
JENIS	I	II	III	IV	V
<i>Neritina</i> sp.	0,8				
<i>Cerithium</i> sp.	0,8	0,2			
<i>Terebralia</i> sp.	0,2				
<i>Nerita</i> sp.	0,2				
<i>Vexillum</i> sp.	0,2				
<i>Noptunea</i> sp.	0,2				
<i>Rissoina</i> sp.		0,6	0,8	0,2	0,4
<i>Thiara pugilis</i>			0,2		
<i>Thiara</i> sp.		0,2	0,8	0,8	0,6
<i>Nassarius</i> sp.	0,2				
<i>Mytilus</i> sp.			0,4	0,4	0,2
<i>Corbicula ducalis</i>			0,8	1	1
<i>Tellina</i> sp.	0,2	0,4	0,4	0,4	0,4
<i>Hiatula</i> sp.	0,8				
<i>Nereis</i> sp.	0,2	1	1	0,8	0,2

Lampiran 9. Dokumentasi Kegiatan



Pemilahan Benthos Di Sedimen Menggunakan Ayakan Benthos



Pengukuran Oksigen Terlarut (DO)



Pengambilan Sampel Benthos Dengan Menggunakan Bottom Grab Sedimen



Sampel Sedimen Yang akan Dikeringkan Dalam Oven



Sampel Sedimen Yang Telah Kering



Proses pengayakan sedimen



Proses pemisahan sedimen berdasarkan ukuran besar butirnya



Proses menimbang sedimen yang telah diayak