

**STUDI DAMPAK BUANGAN LIMBAH PABRIK GULA CAMMING
KABUPATEN BONE TERHADAP KUALITAS PERAIRAN
SUNGAI WALANNAE DENGAN MENGGUNAKAN
INDIKATOR MAKROZOOBENTOS**



SKRIPSI

JOSE DAVIES SOPARUE



PERPUSTAKAAN	UNIVERSITAS HASANUDDIN
Tgl. Terima	03-4-6
Asal/Dari	fale kelantan
Banyaknya	2(Dua) Dls
Harga	H
No. Inventaris	257/03-4-6

**PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
JURUSAN PERIKANAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2005**

Judul : STUDI DAMPAK BUANGAN LIMBAH PABRIK GULA
CAMMING KABUPATEN BONE TERHADAP KUALITAS
PERAIRAN SUNGAI WALANNAE DENGAN
MENGUNAKAN INDIKATOR MAKROZOOBENTOS

Nama : Jose Davies Soparue

Stambuk : L 211 03 718-2

Program Studi : Manajemen Sumberdaya Perairan

Skripsi Telah Diperiksa dan Disetujui Oleh :

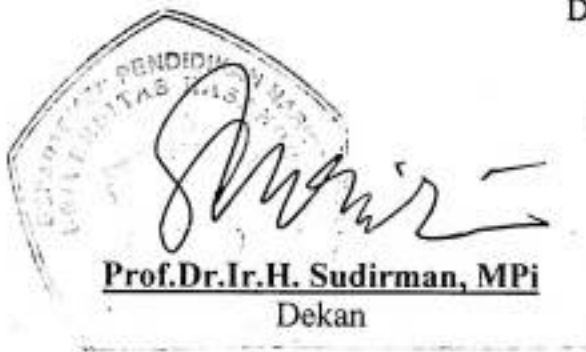


Ir. Lodewyck S Tandipayuk, MS
Pembimbing Utama

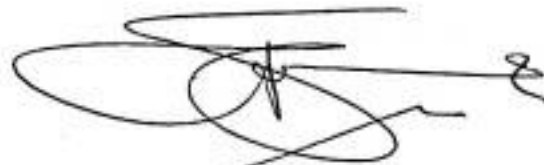


Ir. Budiman Yunus, MS
Pembimbing Anggota

Diketahui



Prof. Dr. Ir. H. Sudirman, MPi
Dekan



Dr. Ir. Sharifuddin Bin Andi Omar, MSc
Ketua Program Studi

Tanggal Pengesahan :

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya sehingga skripsi sebagai salah satu syarat untuk meraih gelar sarjana dapat diselesaikan.

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini yakni :

1. Kedua orang tua tercinta **Johanis A Soparue** (alm) dan **Johanna Pelletimu** serta kedua adik saya Lorina J Soparue Christina J Soparue yang telah memberikan dukungan dalam segala hal dengan pengorbanan yang tak ternilai. Tak lupa kepada keluarga A Pelletimu dengan segala cinta kasihnya. “ *Dangke banya lai* ”.
2. Bapak Ir. Lodewyck S Tandipayuk, MS sebagai pembimbing utama dan Bapak Ir Budiman Yunus, MS sebagai pembimbing anggota yang telah banyak memberikan petunjuk dan saran-saran berharga dalam penyelesaian skripsi ini.
3. Seluruh civitas akademika Universitas Hasanuddin khususnya Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan yang telah memberikan dukungan terutama dalam hal keilmuan.
4. The All My Friend, Thank’s for your Friendly “ God Bless”.

Skripsi ini jauh dari kesempurnaan, kritik dan saran sangat penulis harapkan untuk perbaikan selanjutnya, akhir kata semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca. *I M A N U E L*

Makassar, 29 Agustus 2005

PENULIS

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
PENDAHULUAN	
Latar Belakang	1
Tujuan Dan Kegunaan.....	2
TINJAUAN PUSTAKA	
Pengertian Pencemaran	3
Limbah Pabrik Gula	4
Makrozoobentos.....	5
Makrozoobentos Sebagai Indikator Biologi Pencemaran	8
Metode ABC (Abundant Biomass Comparative)	11
Indeks Keseragaman, Keanekaragaman dan Dominansi	12
METODE PENELITIAN	
Waktu dan Tempat	14
Stasiun Penelitian.....	14
Metode Pengambilan Contoh.....	16
Parameter Pengamatan.....	16
Analisis dan Evaluasi	19
HASIL DAN PEMBAHASAN	
Dampak Buangan Limbah Pabrik Gula Camming Kabupaten Bone Terhadap Kualitas Perairan Sungai Walannae Berdasarkan Kurva K-Dominance	21

Indeks Keanekaragaman, Keseragaman dan Dominansi	27
Kurva K-Dominansi, Indeks Keanekaragaman, Keseragaman dan Dominansi	30
Kualitas Air dan Substrat Dasar	32
Substrat Dasar Perairan	40
 KESIMPULAN DAN SARAN	
Kesimpulan	42
Saran.....	42
 DAFTAR PUSTAKA	
	43
 LAMPIRAN.....	
	45



DAFTAR TABEL

Nomor	<u>Teks</u>	Halaman
1.	Beberapa Parameter Kualitas Air Yang Diukur Sebagai Data Penunjang Penelitian.....	18
2.	Kondisi Perairan Berdasarkan Perbandingan Antara Biomassa dan Jumlah Individu (<i>Abundant Biomass Comparative</i>).....	19
3.	Kondisi Perairan Berdasarkan Nilai Indeks Keanekaragaman, Keseragaman Dan Dominansi	20
4.	Nilai Indeks Keanekaragaman, Keseragaman dan Dominansi Makrozoobentos Pada Setiap Stasiun di Perairan Sungai Walannae Kabupaten Bone.....	27
5.	Kondisi Perairan Berdasarkan Hubungan Nilai Kurva K-Dominansi, Indeks Keanekaragaman, Keseragaman dan Dominansi.....	30
6.	Nilai Kisaran Parameter Fisika-Kimia Air Pada Setiap Stasiun Selama Penelitian.....	32
<u>Lampiran</u>		
1.	Klasifikasi Spesies Makrozoobentos Yang Ditemukan di Sekitar Perairan Sungai Walannae Yang Terkena Dampak Buangan Limbah Pabrik Gula Camming Kabupaten Bone.....	45
2.	Perhitungan % Dominansi Kumulatif (Sumbu Y) dan Kumulatif Log Ranging (Sumbu X) pada Kurva K-Dominansi Untuk Kelimpahan Individu (Ind/m^2) dan Biomassa (gr/m^2), Indeks Keanekaragaman, Keseragaman dan Dominansi Spesies Makrozoobentos pada Stasiun A di Perairan Sungai Walannae Yang Terkena Dampak Buangan Pabrik Gula Camming.....	46
3.	Perhitungan % Dominansi Kumulatif (Sumbu Y) dan Kumulatif Log Ranging (Sumbu X) pada Kurva K-Dominansi Untuk Kelimpahan Individu (Ind/m^2) dan Biomassa (gr/m^2), Indeks Keanekaragaman, Keseragaman dan Dominansi Spesies Makrozoobentos pada Stasiun B di Perairan Sungai Walannae Yang Terkena Dampak Buangan Pabrik Gula Camming.....	48

4. Perhitungan % Dominansi Kumulatif (Sumbu Y) dan Kumulatif Log Ranging (Sumbu X) pada Kurva K-Dominansi Untuk Kelimpahan Individu (Ind/m^2) dan Biomassa (gr/m^2), Indeks Keanekaragaman, Keseragaman dan Dominansi Spesies Makrozoobentos pada Stasiun C di Perairan Sungai Walannae Yang Terkena Dampak Buangan Pabrik Gula Camming..... 50
5. Perhitungan % Dominansi Kumulatif (Sumbu Y) dan Kumulatif Log Ranging (Sumbu X) pada Kurva K-Dominansi Untuk Kelimpahan Individu (Ind/m^2) dan Biomassa (gr/m^2), Indeks Keanekaragaman, Keseragaman dan Dominansi Spesies Makrozoobentos pada Stasiun D di Perairan Sungai Walannae Yang Terkena Dampak Buangan Pabrik Gula Camming..... 52

DAFTAR GAMBAR

Nomor	<u>Teks</u>	Halaman
1.	Stasiun Lokasi Penelitian Perairan Sungai Walannae Kabupaten Bone	15
2.	Bentuk Kurva K-Dominance Untuk Jumlah Individu dan Biomassa Spesies Makrozoobentos Yang Menunjukkan Tiga Kondisi Perairan Yaitu Perairan Yang Tidak Tercemar, Tercemar Sedang dan Tercemar Berat	19
3.	Kurva K-Dominance Jumlah Individu dan Biomassa Setiap Spesies Makrozoobentos pada Stasiun A di Perairan Sungai Walannae Kabupaten Bone	21
4.	Kurva K-Dominance Jumlah Individu dan Biomassa Setiap Spesies Makrozoobentos pada Stasiun B di Perairan Sungai Walannae Kabupaten Bone	23
5.	Kurva K-Dominance Jumlah Individu dan Biomassa Setiap Spesies Makrozoobentos pada Stasiun C di Perairan Sungai Walannae Kabupaten Bone	24
6.	Kurva K-Dominance Jumlah Individu dan Biomassa Setiap Spesies Makrozoobentos pada Stasiun D di Perairan Sungai Walannae Kabupaten Bone	26

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Sungai merupakan salah satu bentuk ekosistem perairan yang mempunyai peranan penting, baik bagi kehidupan keseharian manusia maupun sebagai habitat berbagai jenis organisme perairan. Peranannya bagi kehidupan manusia seperti air minum, irigasi, kegiatan perikanan dan bahkan sebagai wadah yang sangat mudah bagi buangan limbah yang dapat berasal dari limbah rumah tangga, pertanian dan industri.

Fungsinya yang sangat penting bagi kehidupan manusia, dewasa ini mulai dirusak oleh berbagai macam aktivitas manusia itu sendiri. Salah satunya yakni membuang limbah hasil aktivitasnya langsung ke perairan sungai. Limbah yang dibuang ke perairan sungai akan berdampak negatif bagi ekosistem perairan, karena akan menyebabkan menurunnya kualitas perairan sungai.

Sungai Walannae di kabupaten Bone, merupakan salah satu sungai yang mendapat dampak dari aktivitas manusia. Salah satu aktivitasnya yakni membuang limbah ke sungai yang berasal dari limbah rumah tangga, pertanian dan industri khususnya buangan limbah pabrik gula Camming. Untuk mengetahui secara ilmiah dampak yang ditimbulkan oleh buangan limbah tersebut maka perlu adanya penelitian yang menggambarkan secara jelas dampak buangan limbah yang dimaksud, dengan menggunakan makrozoobentos sebagai indikator biologi.

Tujuan dan Kegunaan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dampak buangan limbah pabrik gula Camming kabupaten Bone terhadap kualitas perairan sungai Walannae dengan menggunakan metode ABC (*Abundant Biomass Comparative*) yang membandingkan jumlah individu dengan biomassa makrozoobentos sebagai indikator biologi.

Hasil penelitian ini diharapkan sebagai bahan informasi dasar bagi masyarakat sekitar dan pihak terkait tentang keadaan kualitas perairan sungai Walannae dalam pengelolaan dan pemanfaatan sumberdaya secara optimal.

TINJAUAN PUSTAKA

Pengertian Pencemaran

Pengertian pencemaran menurut Keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup No. 02/MENKLH/I/1988 adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan atau komponen lain ke dalam air dan atau berubahnya tatanan (komposisi air) oleh kegiatan manusia atau proses alam, sehingga kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air menjadi berkurang fungsinya sesuai dengan peruntukannya (Fardiaz 1992).

Sastrawijaya (1991) mendefenisikan pencemaran sebagai perubahan lingkungan yang tidak menguntungkan, sebagian karena tindakan manusia disebabkan perubahan pola penggunaan energi dan materi, tingkatan radiasi, bahan-bahan fisika dan kimia serta jumlah organisme. Perbuatan ini dapat mempengaruhi langsung manusia atau tidak langsung melalui air, hasil pertanian, peternakan serta benda-benda perilaku dalam apresiasi dan rekreasi di alam bebas. Pada bagian lain dikemukakan bahwa di dalam perairan yang sudah tercemar terdapat beberapa aspek kimia fisika yang mempengaruhi kandungan air, diantaranya adalah suhu, warna, oksigen terlarut (DO : *Dissolved Oxygen*), karbondioksida bebas, pH, kesadahan, nitrat, amoniak, fosfat, kecerahan/kekeruhan, padatan tersuspensi, padatan terlarut, oksigen biokimia (BOD), oksigen kimia (COD) serta bakterikoli dan sebagainya.

Sumber-sumber bahan pencemar dapat dibedakan menjadi sumber domestik (rumah tangga) yaitu dari perkampungan, kota, pasar, jalan, rumah sakit dan sebagainya. Sedangkan sumber non domestik dapat berasal dari pabrik, industri, pertanian, peternakan, perikanan, transportasi serta sumber-sumber lainnya. Sedangkan bentuk-bentuk pencemar dapat berupa bentuk cair, padat dan gas. (Haslam 1991).

Limbah Pabrik Gula

Limbah pabrik gula merupakan masalah masyarakat yang makin serius. Walaupun limbah pabrik gula tidak mengandung logam-logam berat yang bersifat racun namun bahan ini mengandung sejumlah karbohidrat, protein, asam-asam organik, fosfat, kalsium, kalium, belerang dan natrium serta sejumlah bahan organik lainnya. (Asdar, 1994).

Menurut Prawitosari (1985), dalam proses produksi suatu pabrik gula menggunakan tebu sebagai bahan baku utama dan beberapa bahan pendukung lainnya berupa belerang padat, fosfat (dalam bentuk TSP) dan kapur. Seluruh bahan baku utama dan bahan pendukung diolah melalui lima tahapan proses yaitu proses penggilingan, pemurnian, penyerapan, kristalisasi dan pemutaran. Hasil yang diperoleh dari seluruh proses adalah gula sebagai hasil utama dan sejumlah bahan sisa berupa ampas tebu yang keluar dari proses penggilingan, blotong dari proses pemurnian, tetes dari proses pemutaran dan bahan sisa berupa gas, air bekas pencuci dan pendingin.

Kurniawan (1982), mengatakan bahwa blotong yang merupakan sisa tapisan mempunyai sifat sebagai bahan padat, tetapi kadang-kadang tercampur dengan air bekas pencuci dan bekas pendingin sehingga dalam pabrik-pabrik tertentu blotong yang dibuang tercampur dengan air. Selanjutnya Prawitosari (1985) mengatakan bahwa dalam prosesnya blotong telah melalui proses pemanasan, penambahan air dan unsur-unsur seperti kalsium, sulfur dan lain-lain sedangkan ampas merupakan sisa penyaringan pertama sehingga masih mempunyai kandungan selulosa yang tinggi. Jika diperhitungkan dari bahan utama dan bahan pendukung yang diolah, diperkirakan jumlah hasil buangan yang diperoleh masing-masing adalah ampas 35 %, blotong 5 % dan tetes 4 %.

Hasil pengolahan tebu menjadi gula melalui proses di atas menghasilkan limbah organik yang secara teratur masuk ke dalam perairan tanpa melalui pengolahan limbah terlebih dahulu menyebabkan kesulitan dalam penguraian bahan organik organisme pengurai dalam perairan yang akibatnya terjadi pencemaran perairan dimana limbah tersebut dibuang. (Asdar, 1994).

Makrozoobentos

Bentos adalah organisme perairan yang hidup di dasar atau permukaan sedimen dasar perairan. Bentos meliputi organisme nabati yang disebut fitobentos dan organisme hewani yang disebut zoobentos (Odum 1971).



Menurut APHA (1992), secara umum organisme zoobentos dibagi menjadi dua kelompok besar, yaitu makrozoobentos dan mikrozoobentos. Makrozoobentos adalah organisme dasar perairan yang tersaring oleh saringan standar AS nomor 30. Sedangkan menurut Cole (1979 dalam Suhada, 1991) makrozoobentos adalah hewan dasar yang dapat tertangkap dengan alat penyaring atau pengayak yang ukuran mata jaringnya (*mesh-size*) lebih besar dari 0,417 mm.

Berdasarkan ukurannya, Hutabarat dan Evans (1985) mengklasifikasikan zoobentos atas :

- Mikrofauna, yaitu hewan yang memiliki ukuran lebih kecil dari 0,1 mm. Termasuk golongan ini adalah seluruh protozoa berukuran kecil.
- Meiofauna, yaitu hewan yang mempunyai ukuran antara 0,1-1,0 mm. Termasuk golongan ini adalah protozoa yang berukuran besar, cacing dan crustacean.
- Makrofauna, yaitu hewan-hewan yang mempunyai ukuran lebih besar dari 1,0 mm. Termasuk golongan ini adalah molusca, Annelida dan Arthropoda.

Berdasarkan posisinya pada sedimen, Parsons, dkk (1977), membedakan bentos atas dua jenis, yaitu :

1. Infauna, yaitu zoobentos yang hidup di bawah atau di dalam sedimen dan memanfaatkan ruang di antara partikel sedimen dengan cara menggali lubang atau membangun terowongan. Misalnya *Tubifex (Oligochaeta)*, *Arenicola marina (Polychaeta)*, *Tellina tenuis*, *Donax vittatus* dan *Pholas (Bivalvia)*.

2. Epifauna, yaitu zoobentos yang hidup di atas permukaan sedimen. Misalnya Asellus, Gammarus dan Balanus (*Crustacea*), Asterias dan Asterina (*Asteroidea*), Mytilus, Tridacna dan Spondylus (*Bivalvia*).

Zoobentos dilihat dari makannannya dapat dibagi menjadi organisme pemakan deposit (*deposit feeder*), misalnya jenis gastropoda dan organisme penyaring (*filter feeder*) seperti berbagai jenis kerang (Odum 1971).

Knox (1986) mengklasifikasikan makrozoobenthos dari cara makannya ke dalam lima kelompok yaitu predator, *alga scrapers*, *surface deposit feeders*, *deposit swallows* dan *suspensi feeders*. Kelompok pertama dan kedua sangat khusus (tidak umum) dan jumlahnya hanya sebagian kecil dari makrozoobentos yang ada. *Suspensi feeders* adalah organisme yang menyaring partikel detritus yang melayang-layang dalam perairan seperti bivalvia, polychaeta, crustacean, sponge dan oscidians. *Surface deposit feeders* yang terdiri dari organisme epifauna seperti amphipoda, isopoda dan gastropoda yang bergerak bebas di permukaan dan memakan bahan organik di permukaan tanah tersebut. Jenis *surface deposit feeders* lainnya adalah organisme yang hidup di dalam tanah tetapi makanannya berasal dari permukaan tanah, diantaranya beberapa jenis bivalvia (*Tellinida*), amphipoda, kepiting dan beberapa jenis polychaeta.

Odum (1971) menyatakan bahwa penyebaran hewan bentos dipengaruhi oleh sifat fisika-kimia dan biologi perairan. Menurut Kenish (1990), sifat fisika yang berpengaruh langsung terhadap zoobentos adalah kedalaman, kecepatan arus, kekeruhan, substrat dasar dan suhu perairan. Sifat kimia yang berpengaruh adalah

derajat keasaman (pH), kandungan karbondioksida bebas dan oksigen terlarut. Sedangkan faktor biologi perairan yang mempengaruhi penyebaran hewan bentos menurut Parsons, dkk (1977) adalah kelimpahan makanan dan aktifitas makan, yang dapat mempengaruhi kompetisi (persaingan) dan predasi (pemangsaan), reproduksi, tingkah laku dan produktifitas primer. Masing-masing faktor biologi tersebut dapat berdiri sendiri akan tetapi adakalanya faktor tersebut dapat saling berinteraksi sehingga mempengaruhi komunitas bentos pada suatu perairan.

Lind (1979 *dalam* Saleh 1994) menyatakan bahwa hewan bentos memegang peranan penting dalam komunitas, terutama dalam proses pendaurulangan bahan organik dan proses mineralisasi, serta menduduki posisi penting dalam rantai makanan yaitu pada tingkat tropik ke dua dan ke tiga. Sebagai konsumen tingkat satu, hewan bentos terdiri dari pemakan tanaman air tingkat tinggi dan sebagai konsumen tingkat kedua, hewan bentos memakan zooplankton dan sesama hewan bentos lainnya. Selain itu, bentos juga dapat berperan sebagai produsen yaitu bentos yang masih dalam bentuk larva merupakan makanan alami yang utama bagi ikan pemakan hewan dasar.

Makrozoobentos sebagai Indikator Biologi Pencemaran

Organisme bentos sangat tepat digunakan dalam melakukan pengawasan terhadap pencemaran perairan akibat aktifitas manusia, karena pergerakan bentos yang sangat lambat dan seakan selalu berada dalam wilayah perairan tersebut

sehingga perubahan kondisi perairan dapat mempengaruhi jumlah, kelimpahan dan penyebaran fauna bentos tersebut (Intyre 1984).

Menurut APHA (1989), respon komunitas makrozoobentos terhadap perubahan lingkungan digunakan untuk melihat pengaruh dari berbagai kegiatan seperti kegiatan industri, perminyakan, pertanian dan tata guna lahan. Perubahan komunitas makrozoobentos secara umum disebabkan oleh 3 (tiga) hal, yaitu adanya masukan bahan organik, bahan kimia beracun dan perubahan substrat dasar. Dikatakan oleh Wilhm (1975 *dalam* Saleh 1994) bahwa perubahan-perubahan kualitas air sangat mempengaruhi kehidupan makrozoobentos baik komposisi maupun besar populasinya. Disamping itu, ada beberapa jenis organisme makrozoobentos yang mempunyai daya tahan yang tinggi terhadap kondisi kualitas air yang jelek sehingga organisme tersebut dapat dipakai sebagai penentu kualitas air suatu perairan atau indikator biologis.

Cook (1976 *dalam* Rostalina 1994) menyebutkan beberapa hal yang menyebabkan makrozoobentos dijadikan sebagai indikator biologi dalam mempelajari masalah pencemaran, yaitu :

1. Memiliki kepekaan berbeda terhadap berbagai jenis bahan pencemar dan memberikan reaksi cepat.
2. Tidak memiliki kemampuan untuk bermigrasi seperti ikan bila kondisi perairan tidak sesuai.
3. Mudah ditangkap dan dipisahkan ke dalam berbagai jenis.

4. Memiliki umur yang panjang, fluktuasi biomassa dan komposisi spesies tidak terlalu nyata.

Kepekaan makrozoobentos terhadap bahan organik menurut Gaufin dan Wilhm (1975 dalam Rostalina 1994) digolongkan dalam 3 kelompok yaitu kelompok intoleran, fakultatif dan toleran. Organisme intoleran yaitu organisme yang hanya tumbuh dan berkembang dalam kisaran yang sempit dan jarang dijumpai di perairan yang kaya akan bahan organik. Organisme ini tidak dapat beradaptasi bila kualitas perairan menurun. Contohnya kelompok Ephemeroptera, Trichoptera dan Plecoptera.

Organisme fakultatif yaitu organisme yang dapat bertahan hidup pada kisaran kondisi lingkungan yang lebih besar. Organisme ini dapat bertahan hidup pada perairan yang banyak mengandung bahan organik. Contoh kelompok ini adalah Odonata, Crustacea dan Gastropoda.

Organisme toleran yaitu organisme yang tumbuh dan berkembang dalam kisaran kondisi lingkungan yang luas dan sering dijumpai pada perairan yang jelek. Kelompok organisme ini tidak peka terhadap berbagai jenis tekanan lingkungan dan kelimpahannya dapat tinggi pada lingkungan yang tercemar oleh bahan organik. Contoh organisme ini adalah jenis Tubificidae.

Metode ABC (*Abundant Biomass Comparative*)

Menurut Gray (1981) bahwa sumber atau bahan pencemar dalam suatu perairan, yang ada secara mendadak atau tidak terduga dapat mengakibatkan perubahan biomassa dan kelimpahan bentos. Untuk melihat tingkat pencemaran tersebut, maka dapat dilihat hubungan dari parameter jumlah individu dan biomassa fauna.

Warwick (1986), mempertegas pendapat di atas, dengan menyatakan bahwa untuk melihat kondisi suatu perairan, apakah tercemar atau tidak maka dapat digunakan metode ABC (*Abundant Biomass Comparative*) yang membandingkan hubungan antara jumlah individu spesies dan biomasanya. Hubungan ini digambarkan dalam suatu kurva yang dikenal sebagai kurva *K-Dominance* yang dihitung berdasarkan peringkat (*ranking*) kelimpahan individu setiap spesiesnya dengan biomassa setiap individu spesies makrozoobentos. Dari kurva ini akan digambarkan 3 (tiga) model grafik yang memperlihatkan kondisi lingkungan suatu perairan yang berbeda-beda yakni perairan bersih, perairan tercemar sedang serta perairan tercemar berat. Adanya tingkat pencemaran yang berbeda-beda ini akan mempengaruhi kelimpahan dan ukuran setiap spesies makrozoobentos karena adanya pembagian sumberdaya yang tidak seimbang antara organisme dalam suatu komunitas.

Indeks Keseragaman, Keanekaragaman dan Dominansi

Untuk menggambarkan keadaan jumlah spesies atau genera yang mendominasi dan bervariasi maka digunakan indeks keragaman. Semakin kecil nilai keragaman maka keseragaman populasi semakin besar, artinya penyebaran individu setiap spesies tidak merata serta ada kecenderungan suatu spesies untuk mendominasi populasi tersebut. Sebaliknya semakin besar nilai keragaman maka populasi menunjukkan keseragaman rendah dimana jumlah individu setiap spesies atau genera sama atau hampir sama (Odum 1971).

Nilai keanekaragaman terbesar didapatkan jika jumlah semua individu berasal dari spesies yang berbeda-beda dan sama besar. Jika nilai keanekaragaman lebih kecil atau sama dengan nol, maka semua individu berasal dari satu spesies (Wilhm 1975).

Komposisi hewan makrozoobentos yang meliputi keanekaragaman, keseragaman dan kelimpahan erat hubungannya dengan kualitas suatu perairan. Hubungan ini didasarkan atas kenyataan bahwa tidak seimbangny lingkungan akan turut mempengaruhi kehidupan suatu organisme yang hidup pada suatu perairan, dimana dengan melimpahnya jumlah spesies tertentu dalam perairan, menunjukkan telah tercemarnya suatu perairan, yang dapat dibuktikan dengan menurunnya tingkat keragaman jenis organisme yang hidup didalamnya (Wilhm 1975). Hal ini semakin dipertegas dengan kategori yang dikemukakan oleh Shannon-Wiener (1949 dalam Dahuri 1994) bahwa bila :

- $H' < 1$: Keragaman spesies atau genera rendah, penyebaran jumlah individu tiap spesies atau genera rendah, kestabilan komunitas rendah dan keadaan perairan telah tercemar.
- $1 < H' < 3$: Keragaman sedang, penyebaran jumlah individu tiap spesies atau genera sedang, kestabilan komunitas sedang dan keadaan perairan telah tercemar sedang.
- $H' > 3$: Keragaman tinggi, penyebaran jumlah individu tiap spesies/genera tinggi, kestabilan komunitas tinggi dan perairannya masih bersih atau belum tercemar.

Dahuri (1994) menyatakan bahwa indeks keseragaman (E) digunakan untuk melihat apakah di dalam komunitas jasad akuatik yang diamati, terdapat pola dominansi satu atau beberapa kelompok jenis jasad. Apabila nilai E mendekati 1, maka sebaran-sebaran individu antar jenis (spesies) relatif merata. Tetapi nilai E mendekati 0, terdapat sekelompok jenis spesies tertentu yang jumlahnya relatif berlimpah (dominan) dari pada jenis lainnya. Hal ini semakin diperjelas dengan melihat nilai indeks dominansi. Jika indeks dominansi mendekati 1 berarti ada organisme tertentu yang mendominasi dan jika indeks dominansi mendekati 0, maka tidak ada spesies yang mendominasi (Odum 1971).

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

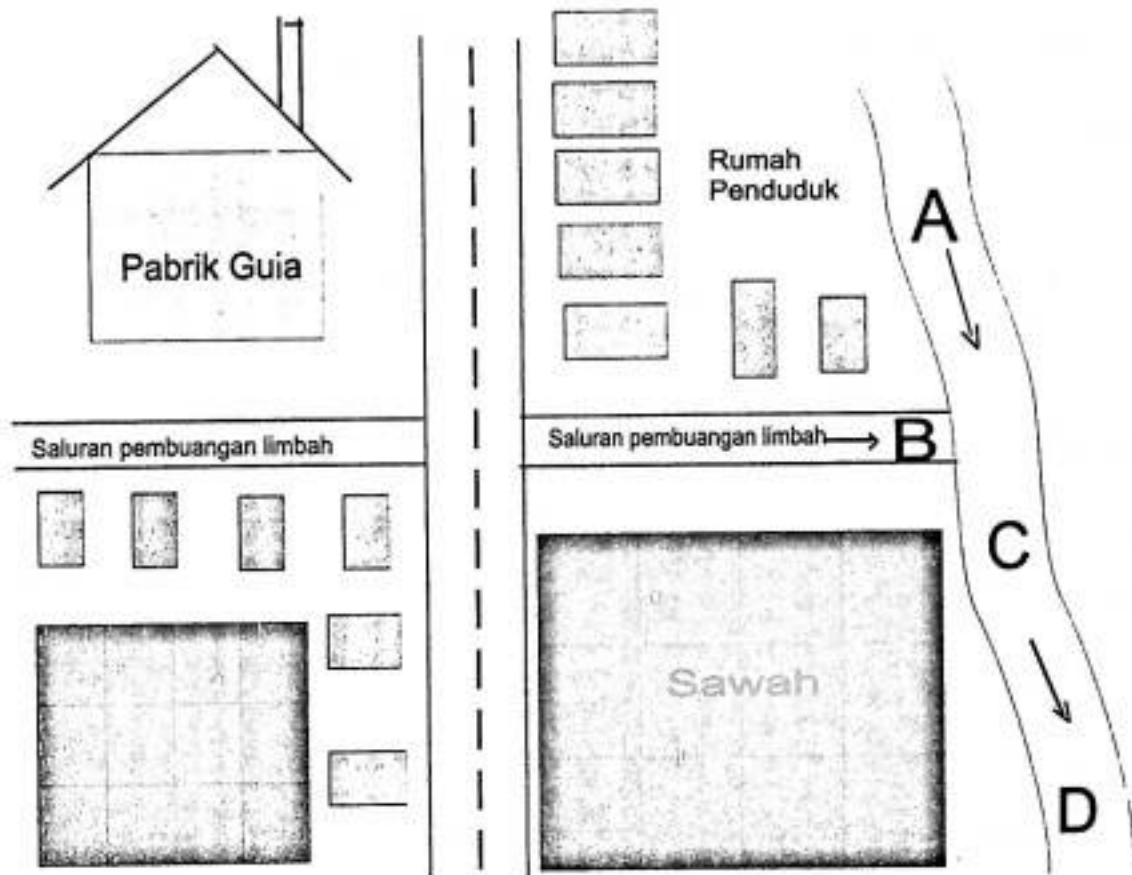
Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 10 Agustus sampai 30 september 2002 di daerah aliran sungai Walannae Kecamatan Libureng Kabupaten Bone.

Stasiun Penelitian

Pengambilan sampel dilakukan pada empat stasiun dengan penentuan sebagai berikut :

- a. Stasiun A : terletak sekitar 20 meter dari muara saluran pembuangan limbah ke arah hulu sungai
- b. Stasiun B : terletak pada saluran pembuangan limbah parik gula Camming sekitar 3-4 meter sebelum masuk sungai
- c. Stasiun C : terletak sekitar 200-300 meter dari muara saluran pembuangan limbah ke arah hilir sungai
- d. Stasiun D : terletak sekitar 5 km dari muara saluran pembuangan limbah ke arah hilir sungai

Gambar 1. Stasiun Lokasi Penelitian Perairan Sungai Walannae Kabupaten Bone



Metode Pengambilan Contoh

Pengambilan contoh makrozoobentos dilakukan sebanyak empat kali dalam interval waktu dua minggu. Pengambilan contoh makrozoobentos dilakukan pada masing-masing stasiun yang telah ditentukan, dimana setiap stasiun dibagi menjadi tiga sub stasiun yakni pada bagian tengah dan kedua pinggir sungai. Sampel diambil dengan menggunakan metode transek dengan ukuran 20 x 20 cm². Kemudian sampel diambil dengan menggunakan "sieve net" yang ukuran mata saringnya 0,5 mm. Sampel makrozoobentos dipisahkan antara yang mati dan yang hidup dengan cara mengapungkannya dalam larutan garam pekat dimana sampel yang sudah mati mengapung dan yang hidup tenggelam di dasar. Selanjutnya setiap individu sampel makrozoobentos ditimbang bobot basahanya (biomassa) dengan menggunakan neraca elektrik yang berskala terkecil 0,001 gram. Selanjutnya sampel diawetkan dengan menggunakan larutan formalin 10 % untuk diidentifikasi di laboratorium dengan menggunakan buku petunjuk Dharma (1988), Oliver (1989) dan Mapstone (1990).

Parameter Pengamatan

Jumlah Individu setiap Spesies Makrozoobenthos

Jenis spesies yang didapatkan pada setiap stasiun pengamatan dihitung jumlah atau total individunya, kemudian dihitung persentase kelimpahan dan persentase kumulatif dari setiap spesies. Selanjutnya setiap spesies makrozoobentos dirangking berdasarkan besarnya persentase kumulatif kelimpahan setiap spesies dimulai dari

nomor terkecil sampai nomor terbesar. Kemudian setiap spesies makrozoobentos dihitug persentase rangking, kumulatif rangking dan di log rangkingan.

Biomassa setiap Spesies Makrozoobentos

Spesies makrozoobentos yang didapatkan pada setiap stasiun ditimbang biomasnya dan ditotalkan serta dihitug persentase biomassa dan persentase kumulatif biomassa setiap spesies. Selanjutnya setiap spesies benthos dirangking berdasarkan besarnya persentase kumulatif biomassa setiap spesies, yang dimulai dari nomor terkecil sampai nomor terbesar. Setelah dirangking, setiap spesies makrozoobentos dihitug persentase rangking, kumulatif rangking dan logaritma rangking dari setiap spesiesnya.

Kelimpahan

$$Y = \frac{10000xa}{b}$$

dimana :
Y = Jumlah organisme makrozoobentos (ind/m²)
a = Jumlah makrozoobentos yang tersaring
b = Luas bukan transek x jumlah ulangan (cm)

Indeks Keanekaragaman

$$H' = -\sum(Pi \log_2 Pi)$$

dimana :
H = Indeks keanekaragaman
Pi = Proporsi genus ke-I (Ni/N)
Ni = Jumlah individu jenis ke-i
N = Jumlah total Individu

Indeks Keseragaman

$$E = \frac{H'}{Hmaks}$$

- dimana :
- E = Indeks keseragaman (berkisar 0 – 1)
 - H' = Indeks keanekaragaman
 - H_{maks} = log₂ S (keragaman maksimum)
 - S = Jumlah total taksa atau spesies

Indeks Dominansi

$$C = \frac{\sum Ni(Ni - 1)}{N(N - 1)}$$

- dimana :
- C = Indeks dominansi Simpson
 - Ni = Jumlah individu jenis ke-i
 - N = Jumlah total individu

Kualitas Air dan Tanah

Sebagai penunjang dilakukan pula beberapa pengamatan kualitas air dan tanah.

Kualitas air dan tanah serta alat dan metode yang digunakan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Beberapa Parameter Kualitas Air yang diukur sebagai Data Penunjang Penelitian

No.	Parameter	Alat/Metode	Tempat
Parameter Fisika			
1	Suhu (°C)	Thermometer Hg	<i>Insitu</i>
2	Kecepatan arus (m/dtk)	Layangan Air/Stop watch	<i>Insitu</i>
3	Kedalaman (m)	Tongkat Penduga	<i>Insitu</i>
4	Kekeruhan (NTU)	Turbidimeter	Lab
Parameter Kimia			
5	Oksigen terlarut (ppm)	Metode Winkler	Lab
6	CO ₂ bebas (ppm)	Na CO Tetrimetrik	Lab
7	Derajat keasaman (pH)	pH meter	<i>Insitu</i>
8	BOD ₅ (ppm)	Tetrimetrik	Lab
9	COD (ppm)	Tetrimetrik	Lab
Substrat Dasar			
10	Tekstur tanah	Metode Hygrometer	Lab

Indeks Keseragaman, Keanekaragaman dan Dominansi

Sebagai penunjang dilakukan analisis secara deskriptif menggunakan indeks keanekaragaman, keseragaman dan dominansi. Berikut adalah kondisi perairan berdasarkan nilai indeks keanekaragaman, keseragaman dan dominansi spesies berdasarkan Shannon-Wiener (1949) :

Tabel 3. Kondisi Perairan Berdasarkan Nilai Indeks Keanekaragaman, Keseragaman dan Dominansi (Shannon-Wiener, 1949)

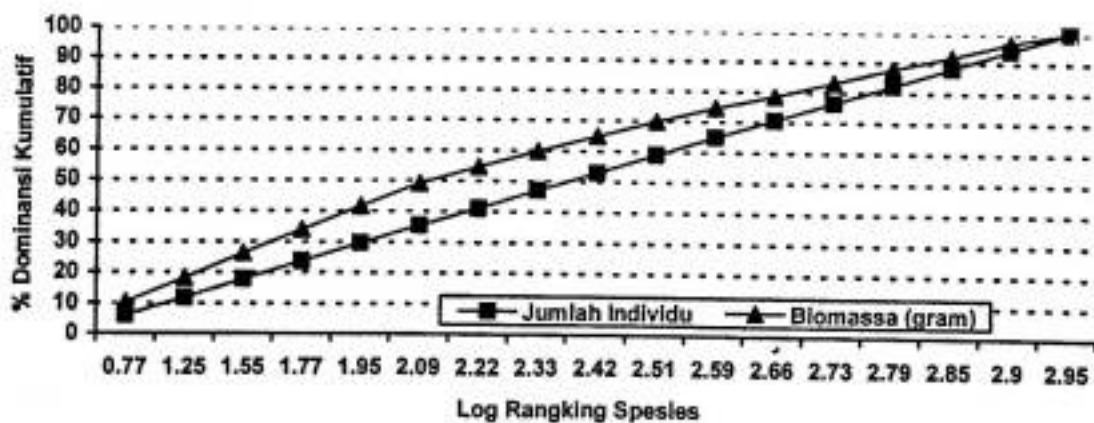
Indeks Keanekaragaman (H')	Indeks Keseragaman (E)	Indeks Dominansi (C)	Kondisi Perairan
>3	0,5-1	0,5-1	Tidak Tercemar
1-3	0,5	0,5	Tercemar Sedang
<1	0-0,5	0-0,5	Tercemar Berat

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dampak Buangan Limbah Pabrik Gula Camming Kabupaten Bone Terhadap Kualitas Perairan Sungai Walannae Berdasarkan Kurva K-Dominance

Tingkat pencemaran suatu perairan dapat diketahui dengan melihat struktur komunitas makrozoobentos berdasarkan kurva K-Dominance yang dihitung dengan menggunakan metode ABC (*Abundant Biomass Comparative*) seperti terlihat pada Gambar 2. Gambar ini memperlihatkan kurva perbandingan antara biomassa spesies dan jumlah individu dari setiap spesies makrozoobentos pada setiap stasiun penelitian di perairan sungai Walannae Kabupaten Bone.

Hasil analisis makrozoobentos menggunakan kurva K-Dominansi pada masing-masing stasiun pada lokasi penelitian disajikan pada Gambar 3, 4, 5 dan 6 serta lampiran 1, 2, 3, 4, 5, dan 6.



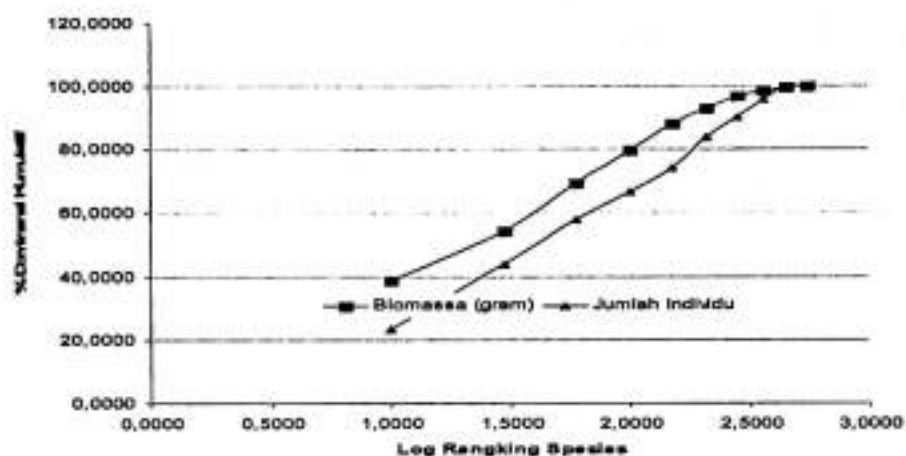
Gambar 3. Kurva K-Dominansi Jumlah Individu dan Biomassa Setiap Spesies Makrozoobentos pada Stasiun A di Perairan Sungai Walannae Kabupaten Bone.

Gambar 3 menunjukkan bahwa pada stasiun A kurva biomassa terletak diatas kurva jumlah individu yang menunjukkan bahwa stasiun A yang terletak sekitar 20 meter dari saluran pembuangan limbah ke arah hulu tidak mengalami pencemaran. Hal ini sesuai dengan pendapat Warwick (1986) yang mengatakan bahwa bila kurva biomassa berada diatas kurva jumlah individu maka perairan tersebut tidak mengalami pencemaran. Kondisi ini memungkinkan adanya keanekaragaman spesies yang tinggi serta berdampak pada kestabilan struktur komunitas. Pada stasiun ini ditemukan 17 genera yang merupakan jumlah genera terbanyak dibandingkan dengan jumlah spesies yang terdapat pada Stasiun B, C dan D dan memiliki jumlah individu yang hampir sama antara satu spesies dengan spesies yang lainnya. Genera *Pisidium* dan *Gyraulus* memiliki jumlah individu yang terbanyak

Pada stasiun A walaupun tidak mendapat limbah dari pabrik gula Camming masih mendapat limbah dari kegiatan pertanian dan limbah RT, namun hal ini tidak berpengaruh terhadap kualitas perairan pada stasiun ini. Hal ini dimungkinkan karena adanya kemampuan perairan untuk melakukan proses pulih diri (perififikasi) baik secara fisika maupun kimia. Hal ini dikemukakan pula oleh Perrings, et al (1997) bahwa sumber daya alam memiliki fungsi dimana fungsi ini merupakan dasar dari kemampuan sumber daya alam untuk mengatur diri sendiri (*self regulating function*), dari proses ini akan terjadi keseimbangan (*recovery*).

Secara umum dapat dikatakan bahwa perairan sungai Walannae pada bagian hulu saluran. Pembuangan limbah pabrik gula Camming kualitas perairannya sangat

mendukung proses kehidupan yang terjadi dalam perairan tersebut serta layak bagi berbagai jenis kegiatan perikanan (budidaya perairan tawar).



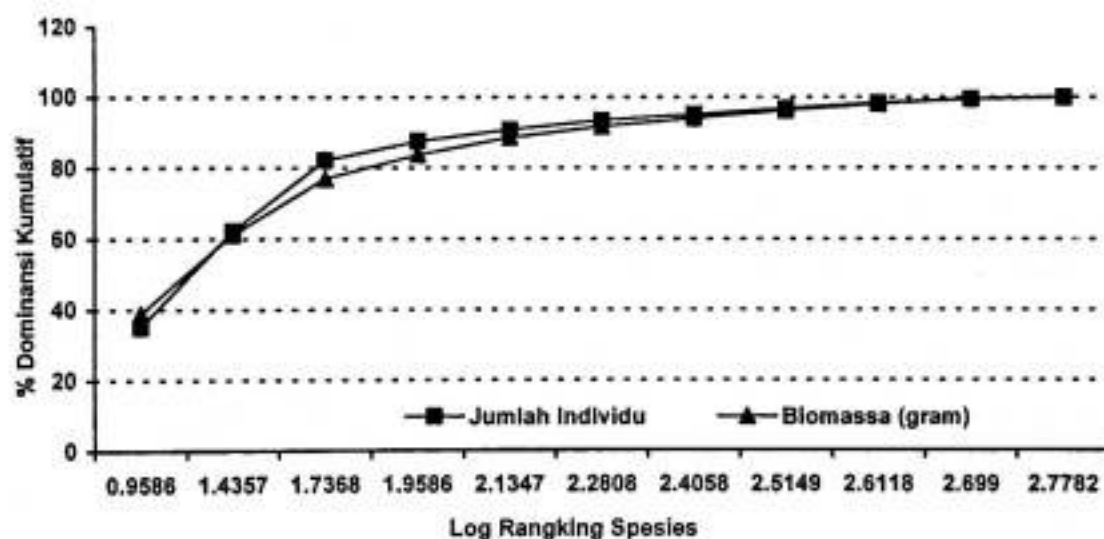
Gambar 4. Kurva K-Dominansi Jumlah Individu dan Biomassa Setiap Spesies Makrozoobentos pada Stasiun B di Perairan Sungai Walannae Kabupaten Bone.

Gambar 4 menunjukkan perbedaan yang signifikan dengan gambar 3. Pada Gambar 4 kurva jumlah individu berada diatas kurva biomassa. Hal ini berarti bahwa perairan pada stasiun B sebagai saluran pembuangan limbah pabrik gula Camming telah tercemar. Hal ini sesuai dengan yang dikemukakan oleh Warwick (1986) bahwa apabila kurva biomassa berada dibawah kurva jumlah individu maka perairan yang dimaksud dikategorikan telah tercemar berat.

Keadaan tersebut dimungkinkan karena tingginya kandungan bahan organik dari limbah yang dibuang serta volume air dari saluran pembuangan limbah yang kecil. - Odum (1997) menyatakan hal yang sama bahwa dalam proses penguraian

bahan organik dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti ketersediaan oksigen terlarut serta adanya proses pengenceran.

Pada stasiun ini terjadi dominasi oleh spesies-spesies tertentu yang kemampuannya untuk mentolerir kondisi ekstrim sangat tinggi. Pada stasiun ini didominasi oleh spesies yang tergolong dalam golongan yang toleran terhadap adanya bahan pencemar dengan genera *Tubifex* sebagai spesies yang memiliki jumlah individu terbanyak yakni 136 individu.



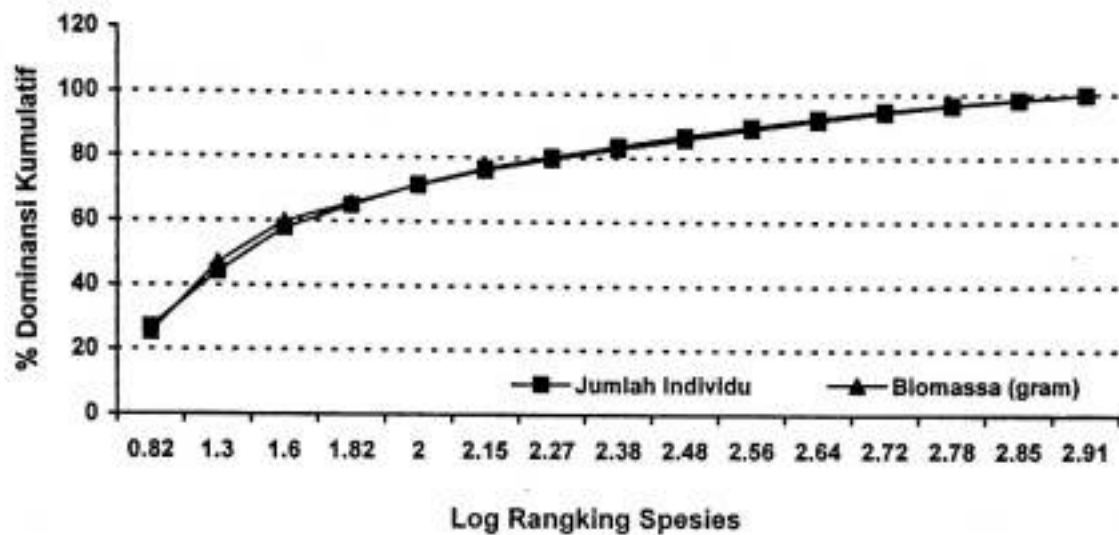
Gambar 5. Kurva K-Dominansi Jumlah Individu dan Biomassa Setiap Spesies Makrozoobentos pada Stasiun C di Perairan Sungai Walannae Kabupaten Bone.

Gambar 5 menunjukkan bahwa kurva jumlah individu dan kurva biomassa saling berhimpitan yang berarti bahwa perairan pada stasiun C telah tercemar pada kategori sedang. Hal yang sama dikemukakan oleh Warwick (1986) bahwa perairan

yang dikatakan tercemar sedang berdasarkan kurva K-Dominan bila kurva jumlah individu terletak di atas kurva biomassa.

Pada stasiun ini mendapat dampak dari buangan limbah pabrik gula Camming dimana limbah yang dibuang melewati saluran pembuangan langsung masuk ke badan air sungai Walannae. Kondisi perairan pada stasiun C tidak terlalu buruk bila dibandingkan dengan kondisi perairan pada stasiun B, sangat nyata bahwa faktor pengenceran sangat berpengaruh pada kualitas suatu perairan. Hal ini sesuai dengan pendapat Odum (1977) yang mengatakan bahwa salah satu cara untuk mempercepat penguraian bahan organik dalam perairan adalah adanya penambahan volume air dalam jumlah besar (pengenceran).

Kondisi ini memungkinkan adanya ketidakstabilan dalam struktur komunitas dimana ada spesies-spesies tertentu yang secara bertahap akan mendominasi lingkungan sekitar perairan tersebut karena terdegradasinya spesies-spesies yang tidak mampu untuk beradaptasi secara bertahap. Odum (1977) mengemukakan hal yang sama bahwa spesies-spesies yang tingkat adaptasinya rendah terhadap perubahan kondisi lingkungan tempat hidupnya akan terdegradasi secara bertahap tergantung pada kemampuannya untuk bertahan. Terdapat 3 genera yang mendominasi pada stasiun ini yakni genera *Diplogaster*, *Eriocheir* dan *Melanoides* dimana genera ini secara bertahap akan mendominasi habitat karena memiliki tingkat toleran yang tinggi terhadap bahan pencemar atau perubahan lingkungan.



Gambar 6. Kurva K-Dominansi Jumlah Individu dan Biomassa Setiap Spesies Makrozoobentos pada Stasiun D di Perairan Sungai Walannae Kabupaten Bone.

Gambar 6 menunjukkan bahwa perairan pada stasiun D termasuk kategori tercemar sedang. Ini tampak dengan saling berhimpitan kurva antara biomassa dan jumlah individu spesies. Gangguan akibat pencemaran ini mengakibatkan pula perubahan pada komposisi kelimpahan organisme yang ada didalamnya.

Spesies atau organisme yang mampu hidup pada perairan seperti ini adalah organisme yang cukup peka untuk bisa bertahan hidup dan mampu bersaing dengan spesies lain untuk mendapatkan ruang dan makanan sehingga ukuran dan biomassa setiap spesiesnya lebih bervariasi. Spesies yang derajat toleransinya lebih besar akan mampu berkembang serta kelimpahannya juga besar karena kemampuannya untuk beradaptasi dan memanfaatkan sumber daya yang tersedia juga lebih besar dibandingkan dengan spesies yang toleransinya sempit. Hal ini menyebabkan

distribusi masing-masing spesies dan biomassa tidak merata karena adanya spesies dominan yang perlahan-lahan tereduksi (Warwick, 1993).

Gangguan dan tekanan di stasiun D yang walaupun terletak sekitar 5 km dari muara saluran pembuangan limbah diakibatkan karena volume bahan organik yang dibuang ke perairan sangat besar sehingga walaupun telah terjadi proses pengenceran tetap masih ada pengaruhnya dan kemungkinan juga proses pengenceran tidak berjalan maksimal karena debit air atau volume air sungai Walannae yang berkurang karena musim kemarau, topografi dasar sungai yang menyebabkan kecepatan arus kecil juga berpengaruh karena air akan tergenang. Pada kondisi seperti ini spesies dari genera *Pisidium*, *Goniobasis* dan *Diagonostoma* memiliki kemampuan untuk beradaptasi dengan baik terlihat dari jumlah individu paling banyak ditemukan

Indeks Keanekaragaman, Keseragaman Dan Dominasi

Berdasarkan hasil perhitungan maka diperoleh indeks keanekaragaman, keseragaman dan dominasi makrozoobentos sebagai berikut :

Tabel 4. Nilai Indeks, Keanekaragaman, Keseragaman dan Dominasi Makrozoobentos Pada Setiap Stasiun di Perairan Sungai Walannae, Kabupaten Bone.

Stasiun	Indeks Keanekaragaman (H')	Indeks Keseragaman (E)	Indeks Dominasi (C)
A	3,0040	0,5987	0,0293
B	0,8609	0,1804	0,4077
C	1,4655	0,3232	0,2380
D	1,9887	0,3412	0,1386

Sumber : Data Primer

Dari tabel 2 diatas diketahui bahwa nilai indeks keanekaragaman tertinggi diperoleh pada stasiun A (3,0040) dan terendah pada stasiun B (0,8609) sedangkan pada stasiun C dan D masing-masing 1,465 dan 1,9887.

Nilai indeks keanekaragaman (H') pada stasiun A lebih dari 3 yang menunjukkan bahwa perairan tidak tercemar. Menurut Shannon-Wiener (1994 dalam Dahuri 1994) bahwa apabila ditemukan indeks keanekaragaman spesies atau genera lebih dari 3 maka dikategorikan tingkat keanekaragaman tinggi, penyebaran jumlah individu tiap spesies atau genera tinggi, kestabilan komunitas tinggi dan perairannya masih bersih atau belum tercemar. Pada stasiun B ditemukan nilai indeks keanekaragaman yang sangat kecil yakni 0,8609 yang menunjukkan bahwa perairan telah tercemar berat (Nilai Indeks Keanekaragaman (H') < 1). Sedangkan pada stasiun C dan D yang kisaran nilai indeks keanekaragamannya antara 1 sampai dengan 3 menunjukkan tingkat pencemaran sedang. Menurut Shannon-Wiener (1994 dalam Dahuri 1994) bahwa apabila ditemukan nilai indeks keanekaragaman dengan kisaran $1 < H' < 3$ maka dikategorikan sebagai tingkat keanekaragaman sedang, penyebaran jumlah individu tiap spesies atau genera sedang, kestabilan komunitas sedang dan keadaan perairan telah tercemar sedang.

Nilai Indeks Keseragaman (E) tertinggi ditemukan pada stasiun A (0,3987) dan terendah pada stasiun B (0,1804). Stasiun B, C dan D memiliki nilai indeks keseragaman yang cenderung mendekati 0, yang artinya terdapat jenis spesies tertentu yang mendominasi ketiga stasiun tersebut. Dalam hal ini spesies tersebut adalah

Tubifex sp yang ditemukan dalam jumlah yang melimpah. Sedangkan pada stasiun A nilai indeks keseragamannya cenderung mendekati 1, artinya tingkat sebaran individu-individu antar jenis (spesies) relatif merata. Hal ini sesuai dengan pendapat Dahuri (1994) yang menyatakan bahwa indeks keseragaman (E) digunakan untuk melihat apakah di dalam komunitas jasad akuatik yang diamati terdapat pola dominasi oleh satu atau beberapa kelompok jenis jasad. Odum (1971) menambahkan bahwa apabila nilai E mendekati 1, maka sebaran individu-individu antar jenis (spesies) relatif merata. Tetapi jika nilai E mendekati 0, artinya terdapat sekelompok jenis spesies tertentu yang jumlahnya relatif berlimpah (dominan) daripada jenis lainnya.

Nilai indeks dominasi (C) yang tertinggi di temukan pada stasiun B (0,4077) dan yang terendah pada stasiun A. Sedangkan pada stasiun C dan D masing-masing adalah 0,2380 dan 0,1386.

Nilai indeks dominasi pada stasiun B yang mendekati 1, menunjukkan bahwa terdapat adanya organisme tertentu yang mendominasi perairan di stasiun tersebut sedangkan stasiun A sebaliknya mendekati 0, berarti tidak adanya organisme yang mendominasi perairan tersebut. Stasiun C dan D cenderung mendekati 1 dimana secara bertahap ada spesies yang terdegradasi sehingga memungkinkan adanya spesies lain yang mendominasi.

Dari keempat stasiun, nampak jelas pada stasiun B memiliki nilai indeks keanekaragaman, keseragaman dan dominansi yang berbeda dibanding stasiun lainnya. Hal ini disebabkan karena pada stasiun tersebut hanya ditemukan 3 jenis

spesies yang mampu untuk bertahan hidup di tengah-tengah himpitan beban pencemaran dan kondisi lingkungan yang ekstrim.

**Kurva K-Dominansi, Indeks Keanekaragaman,
Indeks Keseragaman dan Indeks Dominansi**

Untuk mengetahui hubungan nilai kurva K-Dominansi Indeks Keanekaragaman, Indeks Keseragaman dan Indeks Dominansi dapat dilihat pada Tabel 5. berikut ini :

Tabel 5. Kondisi Perairan Berdasarkan Hubungan Nilai Kurva K-Dominansi, Indeks Keanekaragaman, Keseragaman dan Dominansi

Stasiun	Nilai Kurva K-Dominansi	Indeks Keanekaragaman (H')	Indeks Keseragaman (E)	Indeks Dominansi (C)	Kondisi Perairan
A	Kurva Biomassa > jumlah individu	3,0040	0,5987	0,0293	Tidak Tercemar
B	Kurva Biomassa < jumlah individu	0,8609	0,1804	0,4077	Tercemar Berat
C	Kurva Biomassa = jumlah individu	1,4655	0,3232	0,2380	Tercemar Sedang
D	Kurva Biomassa = jumlah individu	1,9887	0,3412	0,1386	Tercemar Sedang

Berdasarkan Tabel 5. Pada stasiun A kondisi perairan tidak tercemar ditunjukkan oleh kurva biomassa berada diatas jumlah individu yang didukung oleh nilai indeks keanekaragaman (H') diatas 3 yakni 3,0040, nilai indeks keseragaman (E) mendekati 1 yakni 0,59787 dan indeks dominansi mendekati 0 yakni 0,0293 yang berarti tidak ada spesies yang mendominasi atau keanekaragaman spesies yang tinggi.

Pada stasiun B kondisi perairan bertolak belakang dengan stasiun A yakni tercemar berat ditunjukkan oleh kurva biomassa berada dibawah jumlah individu yang didukung oleh nilai indeks keanekaragaman (H') kurang dari 3 yakni 0,8609, nilai indeks keseragaman (E) mendekati 0 yakni 0,1804 dan indeks dominansi mendekati 1 yakni 0,4007 yang berarti ada spesies yang mendominasi atau keanekaragaman spesies yang rendah.

Pada stasiun C kondisi perairan mengalami pencemaran dengan kategori sedang yang ditunjukkan oleh kurva biomassa berhimpitan dengan jumlah individu yang didukung oleh nilai indeks keanekaragaman (H') berada antara 1-3 1,4655, nilai indeks keseragaman (E) mendekati 0,5 yakni 0,3232 dan indeks dominansi mendekati 0,5 yakni 0,2380 yang berarti ada spesies yang mendominasi secara bertahap keanekaragaman spesies yang sedang.

Pada stasiun D kondisi perairan mengalami pencemaran dengan kategori sedang yang ditunjukkan oleh kurva biomassa berhimpitan dengan jumlah individu yang didukung oleh nilai indeks keanekaragaman (H') berada antara 1-3 1,9887, nilai indeks keseragaman (E) mendekati 0,5 yakni 0,3412 dan indeks dominansi mendekati 0,5 yakni 0,1386 yang berarti ada spesies yang mendominasi secara bertahap keanekaragaman spesies yang sedang.

Kualitas Air dan Substrat Dasar

Kisaran nilai parameter fisika-kimia perairan pada masing-masing stasiun disajikan pada Tabel 3. berikut ini :

Tabel 3. Nilai Kisaran Parameter Fisika-Kimia Air pada Setiap Stasiun Selama Penelitian

Parameter	Stasiun			
	A	B	C	D
<u>Fisika</u>				
Suhu (°C)	27-28	32-36	28-29	27-28
Kecepatan arus (cm/s)	27,0-33,3	13,3-22,3	12,5-23,3	36,3-50,0
Kedalaman (cm)	27,5-37,5	37,0-43,5	66,0-85,0	96,6-129,0
Kekeruhan (NTU)	1,5-3,2	13,5-35,0	3,2-6,5	5,5-8,4
<u>Kimia</u>				
Oksigen Terlarut (ppm)	3,1-4,1	1,7-2,1	2,2-2,7	2,6-3,1
CO ₂ Bebas (ppm)	5,5-7,0	15,5-18,5	11,5-14,5	9,5-12,5
Derajat Keasaman (pH)	7,0-7,5	5,5-6,0	6,5-7,0	6,5-7,5
BOD ₅ (ppm)	1,26-2,48	8,21-24,02	3,16-5,68	3,16-7,34
COD (ppm)	10,6-19,5	24,4-73,8	21,4-35,3	15,8-35,4

Suhu

Hasil pengukuran suhu selama penelitian berkisar antara 27-36 °C. Secara umum fluktuasi suhu untuk setiap stasiun relatif kecil, karena waktu pengamatan dilakukan pada cuaca dan musim serta kondisi perairan yang relatif tidak berbeda.

Kisaran suhu tertinggi didapatkan pada stasiun B (32-36 °C). Hal ini disebabkan karena stasiun B merupakan saluran limbah pabrik gula Camming, dimana pemanasan oleh blotong serta air bekas pencuci dan pendingin pabrik yang dialirkan melalui saluran tersebut menyebabkan meningkatnya suhu. Dibandingkan dengan stasiun lainnya, peningkatan suhu ini sangat besar, yang menandakan perairan itu tercemar, sebagaimana yang dikemukakan Sastrawijaya (1991) bahwa perairan yang mengalami peningkatan suhu secara mendadak berarti perairan dalam keadaan tercemar.

Meningkatnya suhu pada stasiun B tidak memberikan pengaruh yang besar terhadap suhu perairan pada stasiun C dan D. Dimana peningkatan suhu hanya mencapai 29 °C atau 2 °C lebih tinggi bila dibandingkan dengan stasiun A yang tidak mendapat limbah. Hal ini menandakan bahwa ditinjau dari suhu perairan, sungai tersebut masih tergolong perairan alami dan dapat mendukung kehidupan organisme perairan. Hal ini sejalan dengan pendapat yang dikemukakan oleh Cholik (1991) bahwa organisme perairan khususnya hewan bentos dapat mentolelir suhu yang berkisar antara 25 °C -32 °C.

Kecepatan Arus

Hasil pengukuran kecepatan arus selama penelitian berkisar antara 12,5-50,0 cm/det. Menurut Mason (1981) kisaran nilai tersebut menggolongkan sungai Walannae sebagai sungai yang berarus lambat hingga berarus cepat.

Fluktuasi kecepatan arus selama pengukuran (Tabel 3.) cukup besar, karena pengukuran dilakukan secara acak pada kondisi perairan dengan tingkat kemiringan dasar, kedalaman dan lebar sungai yang bervariasi, sebagaimana yang dikemukakan oleh Odum (1993) bahwa kecepatan arus ditentukan oleh kemiringan, kekasaran dan kelebaran dasar sungai.

Secara umum kisaran kecepatan arus di sungai Walannae masih mendukung kehidupan organisme bentos. Hal ini sesuai dengan pendapat Djuhanda (1991) bahwa perairan yang banyak disukai organisme bentos antara lain adalah perairan yang mempunyai laju arus yang sedang.

Kedalaman

Hasil pengukuran kedalaman selama penelitian berkisar antara 27,5-129,0 cm. Kedalaman tertinggi diperoleh pada stasiun D (96,6-129,0 cm) menyusul berturut-turut stasiun C (66,0-85,0 cm), stasiun B (37,0-43,5 cm) dan stasiun A (27,5-37,5 cm).

Kisaran kedalaman pada stasiun B telah dipengaruhi sedimen yang berasal dari buangan limbah pabrik gula Camming, yang secara langsung juga mempengaruhi

kedalaman pada stasiun C dan D, dimana pada setiap stasiun tersebut didapatkan kedalaman yang bervariasi.

Kisaran kedalaman di sungai Walannae secara umum masih mendukung kehidupan organisme bentos serta kedalaman yang bervariasi mempengaruhi distribusi dan kelimpahan hewan bentos (Hutabarat dan Evans, 1986).

Kekeruhan

Kekeruhan akan berpengaruh terhadap penetrasi cahaya ke dalam perairan. Hawkes (1976) dalam Rostalina (1994) mengemukakan bahwa kekeruhan, warna perairan dan padatan tersuspensi dalam perairan akan mempengaruhi penetrasi cahaya yang selanjutnya berpengaruh pada produktifitas perairan.

Hasil pengukuran selama penelitian berkisar antara 1,5-35 NTU. Nilai kekeruhan tertinggi diperoleh pada stasiun B. Hal ini menunjukkan bahwa pada stasiun tersebut kandungan bahan-bahan tersuspensi relatif tinggi, karena stasiun tersebut terletak pada saluran limbah pabrik gula Camming. Hal ini sesuai dengan pendapat Surawiria (1985) yang mengatakan bahwa kekeruhan air dapat ditimbulkan oleh adanya buangan bahan organik dan anorganik, padatan tersuspensi yang terkandung dalam air serta lumpur dan bahan-bahan yang dihasilkan oleh industri.

Tingginya nilai kekeruhan pada stasiun B tidak berpengaruh besar terhadap stasiun C dan D bila nilainya dibandingkan dengan stasiun A yang tidak mendapat limbah. Ditinjau dari nilai kekeruhan, kondisi perairan sungai Walannae masih mendukung kehidupan biota yang ada didalamnya. Hal ini sesuai dengan pernyataan

Pescod (1973) dalam Rostalina (1994) bahwa limbah yang dibuang ke perairan tidak boleh menyebabkan peningkatan kekeruhan melebihi 100 NTU.

Oksigen Terlarut (*Dissolved Oxygen*)

Hasil pengukuran oksigen terlarut (DO) selama penelitian berkisar antara 1,7-4,1 ppm. Kisaran tertinggi diperoleh pada stasiun A (2,8-4,2 ppm), menyusul berturut-turut stasiun D (2,6-3,1 ppm), stasiun C (2,2-2,7 ppm) dan terendah pada stasiun B (1,6-2,2 ppm).

Secara umum kelarutan oksigen yang didapatkan selama penelitian relatif rendah karena pengukuran dilakukan pada subuh hari (belum ada cahaya matahari), dengan demikian kandungan oksigen terlarut benar-benar dalam keadaan kritis.

Kisaran nilai oksigen terlarut terendah terjadi pada stasiun B yaitu berkisar antara 1,7-2,1 ppm. Keadaan ini disebabkan karena stasiun B terletak di saluran pembuangan limbah pabrik gula Camming, yang menyebabkan kandungan bahan organik dalam perairan meningkat sehingga membutuhkan oksigen terlarut dalam jumlah yang banyak untuk menguraikannya. Keadaan ini juga disebabkan oleh tingginya suhu perairan di stasiun tersebut. Sesuai dengan pendapat yang dikemukakan oleh Alaerts dan Santika (1984) terlarutnya oksigen di dalam air tergantung pada temperatur dan kadar mineral di dalam air. Selanjutnya ditambahkan pula oleh Wardoyo (1978) bahwa suhu air mempengaruhi laju metabolisme, kebutuhan oksigen terlarut dan daya racun bahan pencemar, jika suhu naik maka laju metabolisme hewan air juga naik sehingga kebutuhan oksigen terlarut juga naik.

Kandungan oksigen terlarut pada stasiun C dan D yang mendapat limbah pabrik gula lebih rendah dari stasiun A yang tidak mendapat limbah. Hal ini diduga karena masukan bahan organik yang terkandung dalam limbah yang dialirkan ke stasiun tersebut, sebagaimana yang dikemukakan oleh Wardoyo (1974) bahwa akibat nyata dari bahan organik adalah penurunan oksigen terlarut dalam air. Penurunan kadar oksigen terlarut tersebut sebagai akibat adanya perombakan bahan organik yang membutuhkan oksigen terlarut.

Secara umum berdasarkan nilai kisaran oksigen terlarut yang diukur pada keadaan kritis (subuh hari) kandungan oksigen terlarut perairan sungai Walannae tidak layak untuk mendukung kehidupan organisme perairan, namun kelimpahan dan distribusi organisme perairan khususnya hewan bentos dapat ditentukan oleh variasi nilai kisaran oksigen terlarut masing-masing stasiun, (Sastrawijaya, 1991).

Karbondioksida Bebas (CO₂)

Hasil pengukuran karbondioksida bebas selama penelitian berkisar antara 5,5 – 18,5 ppm. Kisaran tertinggi diperoleh pada stasiun B (15,5-18,5 ppm), menyusul berturut-turut stasiun C (11,5-14,5 ppm), stasiun D (9,5-12,5 ppm) dan yang terendah diperoleh pada stasiun A (5,5-7,0).

Seperti yang telah dibahas pada bagian diatas untuk kandungan oksigen terlarut stasiun B memiliki kandungan bahan organik yang tinggi sehingga nilai kisaran karbondioksida bebas memiliki nilai kisaran kebalikan dari nilai oksigen terlarut

dimana nilai kisaran karbondioksida bebas merupakan kisaran tertinggi diantara keempat stasiun penelitian.

Nilai kisaran ini secara umum tidak layak untuk kehidupan organisme perairan, sebagaimana yang dikemukakan oleh Sutriana (1986) yang mengatakan bahwa kisaran nilai karbondioksida bebas maksimum yang terkandung dalam perairan yang tidak mengganggu kehidupan organisme perairan yakni 0,0-12,7 ppm. Tingginya kisaran nilai karbondioksida yang ditemukan pada perairan sungai Walannae disebabkan karena pengukuran dilakukan pada pagi hari dimana laju pernafasan organisme yang tidak seimbang dengan laju fotosintetis (belum berlangsung).

Derajat Keasaman (pH)

Hasil pengukuran selama penelitian berkisar antara 5,5-7,5. Dengan kisaran tertinggi diperoleh pada stasiun A (7,0-7,5) menyusul berturut-turut stasiun D (6,5-7,5), stasiun C (6,5-7,0) dan stasiun B (5,5-6,0).

Nilai pH yang rendah menunjukkan bahwa perairan tersebut dipengaruhi oleh buangan pabrik gula yang mengandung bahan organik yang tinggi dengan kandungan BOD rata-rata yang tinggi pula (Tabel 10). Bahan organik tersebut akan mengalami proses dekomposisi yang menghasilkan CO_2 . Besarnya kandungan CO_2 yang dihasilkan menyebabkan turunnya pH perairan.

Kisaran nilai pH diatas masih mendukung kehidupan organisme perairan yang sesuai dengan pernyataan Fardiz (1992) bahwa kadar pH perairan yang normal yakni antara 7-8 ppm.

Biochemical Oxygen Demand (BOD)

Hasil pengukuran selama penelitian berkisar antara 1,26-24,02 ppm dengan kisaran tertinggi diperoleh pada stasiun B (8,21-24,02 ppm), menyusul stasiun C (3,16-7,34 ppm), stasiun D (3,15-5,68) dan stasiun A (1,26-2,48 ppm). Tingginya kandungan BOD pada stasiun B disebabkan oleh limbah pabrik gula yang banyak mengandung bahan organik yang menggunakan oksigen dalam jumlah yang besar untuk menguraikan bahan organik tersebut.

Sesuai dengan pendapat Fardiaz (1992) bahwa BOD menunjukkan jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh organisme hidup untuk memecah atau mengoksidasi bahan-bahan buangan dalam air, dimana semakin tinggi bahan organik maka nilai BOD juga semakin tinggi.

Chemical Oxygen Demand (COD)

Untuk mengetahui derajat pencemaran akibat buangan bahan organik tidak cukup dengan melihat nilai BOD saja. Ini disebabkan karena bahan organik yang ada di suatu perairan mengandung bahan-bahan yang stabil terhadap uji BOD. Dengan uji COD maka bahan organik yang stabil terhadap reaksi biologis dan mikroorganisme dapat ikut teroksidasi (Fardiaz, 1992).

Nilai COD selama pengamatan berkisar antara 10,6-73,3 ppm, dengan kisaran tertinggi diperoleh pada stasiun B (24,4-73,8 ppm), menyusul berturut-turut stasiun C (21,4-35,3 ppm), stasiun D (15,8-35,4 ppm) dan stasiun A (10,6-19,5 ppm).

Seperti halnya kandungan BOD, kandungan COD tertinggi juga didapatkan pada stasiun. Keadaan ini disebabkan oleh banyaknya bahan organik yang terkandung dalam limbah yang dialirkan melalui stasiun tersebut, dan zat organik yang tidak mengalami penguraian secara biologis. Secara umum kandungan COD di perairan sungai Walannae khususnya daerah sekitar penelitian masih layak untuk mendukung kelangsungan hidup organisme perairan yang ditetapkan (ott, 1978) yakni 20-40 ppm.

Substrat Dasar Perairan

Berdasarkan hasil pengukuran, ditemukan bahwa substrat dasar perairan di sungai Walanae terdiri dari dua jenis yakni lempung berpasir dan berpasir. Adapun distribusi masing-masing jenis substrat ini adalah sebagai berikut: Stasiun A (berpasir), B (lempung berpasir), C (lempung berpasir) dan D (berpasir).

Stasiun A memiliki substrat berpasir disebabkan karena faktor arus dari sungai Walanae dan kemiringan dasar sungai yang secara langsung mempengaruhi kondisi substrat. Stasiun B memiliki jenis substrat lempung berpasir karena adanya sebagian besar masukan limbah organik dari pabrik gula Camming ditambah dengan adanya masukan limbah rumah tangga sekitar pabrik yang mengandung bahan organik beserta lumpur. Faktor arus juga secara langsung mempengaruhi kondisi substrat pada stasiun ini. Sedangkan pada stasiun C yang masih dipengaruhi kondisi perairan

dari stasiun B memiliki jenis substrat yang sama. Pada stasiun D seperti halnya stasiun A memiliki persamaan pada substrat dasar dan faktor yang mempengaruhinya.

Nybakken (1992) menambahkan adanya beberapa faktor fisik yang mempengaruhi keberadaan substrat dan organisme di sungai berpasir. Faktor fisik tersebut adalah arus dari sungai tersebut dan gradien (kemiringan) sungai. Hal yang tidak kalah pentingnya juga termasuk pergerakan substrat. Partikel-partikel pasir atau kerikil tidak cukup besar untuk tetap stabil jika adanya arus yang menggerakannya. Akibatnya dengan adanya arus partikel-partikel yang lebih kecil akan terangkut oleh adanya arus dari sungai tersebut.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Bentuk kurva K-Dominansi menunjukkan bahwa perairan sungai Walannae telah tercemar oleh adanya buangan limbah pabrik gula Camming dengan tingkatan tercemar sedang.

Buangan limbah organik dari pabrik gula sangat mempengaruhi kualitas air perairan sungai Walannae yang secara langsung mempengaruhi kehidupan organisme perairan sungai.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian penulis menyarankan kepada pihak pengelola pabrik gula Camming agar mengencerkan limbah sebelum dilepas ke perairan sungai Walannae.

DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts G dan S.S Santika 1984. Metode Penelitian Air. Penerbit Usaha Nasional. Surabaya
- American Public health Association (APHA). 1992. Standard Methods for The Examination of Water an Wastewater. Eighteenth Edition APHA AWWA-WPCF. Washington
- Asdar. 1994. Pengaruh Limbah Pabrik Gula Arasoe Terhadap Kelimpahan dan Keanekaragaman Jenis Makrozoobenthos di Sungai Tello Kabupaten Bone. Skripsi. Jurusan Perikanan Fakultas Peternakan dan Perikanan Universitas Hasanuddin
- Cholik, F. 1991. Pengelolaan Kualitas Air Kolam Ikan. Direktorat Jenderal Perikanan. Jakarta
- Dahuri, R. 1994. Analisis Biota Perairan. Fakultas Perikanan. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Dharma. B. 1988. Siput dan Kerang Indonesia I & II. PT Sarana Graha. Jakarta
- Djuhanda. 1991. Dunia Ikan. PT Armico. Bandung
- Fardiaz, S. 1992. Polusi Air dan Udara. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Gray, J.S. 1981. The Ecology of Marine Sediments An Intreduction to The Structure and Function of Benthic Communities. Cambridge University Press. London
- Haslan, S.M. 1991. River Pollution an Ecological Perspectiv. London
- Hutabarat, S dan S.M. Evans. 1985. Pengantar Oseanografi. Universitas Indonesia Press. Jakarta
- Mapstone, G.M. 1990. Reef Corals and Sponge of Indónesia. A Video Bassed Learning Module. Results of The Indonesian Dutch Snellius II Expedition. Indonesian Institutes of Sciences. Netherland Marine Research Foundation. Paris
- Mason, C.F. 1981. Biology of Freshwater Pollution. Scientific and Technical. Longman. Singapore Publisher Ptc Singapore

- Odum, E.P. 1971. *Fundamentals of Ecology* W.B saunders Company. Toronto
- Oliver, A.P.H. 1989. *Shell of The Wold* The Hamlyn Publishing. London
- Persons, T.R.M. Takahashi and B Hargrave. 1997. *Biological Oceanographic Process Second Edition*. Pergamon Press. New York
- Prawitosari, T. 1985. *Pemanfaatan Hasil Buangan Pabrik Gula Bone dalam Peningkatan Produktifitas Tanah Mediteran*. Laporan Penelitian. Kerjasama PSL Universitas Hasanuddin. Makassar
- Rostalina, D. 1994. *Perubahan Struktur Komunitas Makrozoobentos di Berbagai Ruas Sungai Cimahi Jawa Barat*. Skripsi Jurusan Manajemen Sumber Daya Perairan. Fakultas Perikanan Institut Perairan Bogor
- Saleh, L. 1994. *Studi Komposisi Jenis dan Kelimpahan Makrozoobentos di Eustuaria Sungai Tello Yang Mendapat Limbah Gula Arasoe Bone untuk Pengembangan Budidaya Panta.* Skripsi. Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas hasanuddin. Makassar
- Sastrawijaya, A.T. 1991. *Pencemaran Lingkungan*. Penerbit Rineka Cipta
- Suhada, A. 1991. *Studi makrozoobentos di Sungai Tallo Kotamadya Ujung Pandang*. Tesis. Jurusan Perikanan Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin. Ujung pandang
- Sutriana, S. 1980. *Pencemaran Air Terhadap Ikan*. BIP Ciawi. Jawa Barat
- Wardoyo, S.T.H. 1978. *Manajemen Kualitas Air*. Fakultas Perikanan Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Warwick, R.M. 1986. *A New Method for Detecting Effects on Marine Macrobentic Communities*. Volume IV. Institut for marine Environmental Research. England
- Wilhm, J.F. 1975. *Biology Indicator of Pollution in B.A Whitten (ed) River Ecology*, Volume II. Blackwell Scientific Publication. London

ampiran 1. Klasifikasi Spesies Makrozoobentos yang Ditemukan pada Setiap Stasiun Selama Penelitian

PHYLUM	CLASS	ORDER	FAMILI	GENERA	PUSTAKA	
Molusca	Gastropoda	Basommatophora	Lymnaeidae	Lymnaea	Dharma (1988)	
				Pseudosuccinea		
				Stagnicola		
			Hydrobiidae	Bithynia		
				Potamopyrgus		
			Planorbidae	Planorbis		
				Gyraulus		
			Valvatidae	Valvata		
			Viviparidae	Viviparus		
			Neritidae	Theodoxus		
			Megastropoda	Bulimidae		Bulimus
						Diagonostoma
						Horatia
						Somatogyrus
			Pilidae	Pomacea		
			Pleuroceridae	Goniobasis		
				Mudalia		
		Thiaridae	Campeloma			
	Bivalvia	Eulamellibranchia	Sphaeridae	Spaerium	Dance, B (1989)	
				Picidium		
				Muscilium		
		Margaritiferidae	Margaritifera	Edward & Barnes (1994).		
Arthropoda	Crustacea	Amphipoda			Anadonta	
					Eriocheir	
		Isopoda		Asellus		
Annelida	Nematoda		Diplogasteridae	Diplogaster		
	Oligochaeta	Limicolae	Tubificidae	Tubifex		

b. Untuk Biomassa (gr/m^3) Spesies Makrozoobentos

NO	GENERA	STASIUN A			TOTAL	MEAN	% BIOMASSA	% KUMULATIF	RANGKING	%RANGKING	KUMULATIF RANGKING	LOG RANGKING
		1	2	3								
1	Viviparus	502,54	486,21	591,94	1580,688	526,9	10,2615	1	5,8824	5,8824	0,7696	
2	Bithynia	403,02	435,36	385,296	1223,672	407,9	7,9438	2	11,7647	17,6471	1,2467	
3	Pseudosuccinea	411,33	417,01	398,874	1227,221	409,1	7,9669	3	17,6471	35,2942	1,5477	
4	Bulinus	391	428,18	379,017	1198,194	399,4	7,7784	4	23,5294	58,8236	1,7696	
5	Valvata	348,89	418,39	395,056	1162,335	387,4	7,5456	5	29,4118	88,2353	1,9456	
6	Eriochelone	378,04	376,41	422,509	1176,961	392,3	7,6406	6	35,2941	123,5295	2,0918	
7	Planorbis	359,2	211,08	255,355	825,627	275,2	5,3598	7	41,1765	164,7059	2,2167	
8	Theodoxus	231,09	318,57	254,91	804,572	268,2	5,2231	8	47,0588	211,7648	2,3259	
9	Spaerium	234,75	239,05	311,729	785,532	261,8	5,0995	9	52,9412	264,7059	2,4228	
10	Pisidium	264,38	217,71	283,573	765,662	255,2	4,9705	10	58,8235	323,5295	2,5099	
11	Stagnicola	217,15	227,33	279,17	723,653	241,2	4,6978	11	64,7059	388,2353	2,5891	
12	Anadonta	231,09	113,26	280,835	625,187	208,4	4,0586	12	70,5882	458,8236	2,6616	
13	Potamopyrgus	217,92	251,57	239,059	708,546	236,2	4,5997	13	76,4706	535,2942	2,7386	
14	Asellus	314,55	109,35	301,351	725,249	241,7	4,7082	14	82,3529	617,6471	2,7907	
15	Lymnaea	112,24	318,58	193,259	624,073	208,0	4,0513	15	88,2353	705,8824	2,8487	
16	Margaritifera	188,1	225,6	310,775	724,477	241,5	4,7031	16	94,1176	800,0000	2,9031	
17	Gyraulus	287,56	125,78	109,095	522,435	174,1	3,3915	17	100,0000	900,0000	2,9542	
	TOTAL	5092,8	4919,4	5391,8	15404,08							

b. Untuk Biomassa (gr/m²) Spesies Makrozoobentos

NO	GENERA	STASIUN B			TOTAL	MEAN	% KELIMPABAN	%KUMULATIF	RANGKING	%RANGKING	KUMULATIF RANGKING	LOG RANGKING
		1	2	3								
1	Tubifex	1,547	1,704	1,405	4,656	1,55	23,5021	23,5021	1	10,0000	10,0000	1,0000
2	Diplogaster	1,772	1,039	1,259	4,07	1,36	20,5441	44,0462	2	20,0000	30,0000	1,4771
3	Acellus	0,731	1,795	0,218	2,744	0,91	13,8509	57,8971	3	30,0000	60,0000	1,7782
4	Eriocheir	0,52	0,206	1,001	1,727	0,58	8,7174	66,6145	4	40,0000	100,0000	2,0000
5	Sparium	0,385	0,809	0,32	1,514	0,50	7,6422	74,2567	5	50,0000	150,0000	2,1761
6	Stagnicola	0,018	0,995	0,92	1,933	0,64	9,7572	84,0139	6	60,0000	210,0000	2,3222
7	Pemacca	0,964	0,247	0	1,211	0,40	6,1128	90,1267	7	70,0000	280,0000	2,4472
8	Goniobasis	0,97	0,052	0,073	1,095	0,37	5,5272	95,6539	8	80,0000	360,0000	2,5563
9	Campeloma	0,49	0	0,321	0,811	0,27	4,0937	99,7476	9	90,0000	450,0000	2,6532
10	Bithynia	0	0	0,05	0,05	0,02	0,2524	100,0000	10	100,0000	550,0000	2,7404
	TOTAL	7,397	6,847	5,567	19,811							

b. Untuk Biomassa (gr/m²) Species Makrozoobentos

NO	GENERA	STASIUN C			TOTAL	MEAN	% KELIMPAHAN	%KUMULATIF	RANGKING	%RANGKING	KUMULATIF RANGKING	LOG RANGKING
		1	2	3								
1	Campelema	27,021	27,91	23,384	78,315	26,1	38,8926	38,8926	1	9,0909	9,0909	0,9586
2	Eriocheir	22,559	10,379	12,019	44,957	15,0	22,3265	61,2191	2	18,1818	27,2727	1,4357
3	Diplogaster	11,24	11,901	8,751	31,892	10,6	15,8381	77,0572	3	27,2727	54,5454	1,7368
4	Tarebia	7,394	0,731	5,25	13,375	4,5	6,6423	83,6995	4	36,3636	90,9091	1,9586
5	Viviparus	4,91	0	5,019	9,929	3,3	4,9309	88,6304	5	45,4545	136,3636	2,1347
6	Planorbis	3,873	0	2,391	6,264	2,1	3,1108	91,7412	6	54,5455	190,9091	2,2808
7	Lynaca	4,592	0	0	4,592	1,5	2,2805	94,0217	7	63,6364	254,5454	2,4058
8	Melanoides	3,19	0	1,394	4,584	1,5	2,2765	96,2982	8	72,7273	327,2727	2,5149
9	Anadonta	1,015	0,975	1,716	3,706	1,2	1,8405	98,1387	9	81,8182	409,0909	2,6118
10	Gyraulus	0	2,873	0	2,873	1,0	1,4268	99,5655	10	90,9091	500,0000	2,6990
11	Muscilium	0,875	0	0	0,875	0,3	0,4345	100,0000	11	100,0000	600,0000	2,7782
	TOTAL	86,669	54,769	59,924	201,362							

b. Untuk Biomassa (gr/m²) Spesies Makrozoobentos

NO	GENERA	STASIUN D			TOTAL	MEAN	% KELIMPAHAN	% KUMULATIF	RANGKING	%RANGKING	KUMULATIF RANGKING	LOG RANGKING
		1	2	3								
1	Bithynia	289,93	294,78	276,497	861,207	287,1	25,3764	25,3764	1	6,6667	6,6670	0,8239
2	Goniobasis	272,56	266	192,378	730,846	243,6	21,5352	46,9116	2	13,3333	20,0003	1,3010
3	Margaritifera	211,7	125,76	100,582	438,045	146,0	12,9075	59,8190	3	20,0000	40,0003	1,6021
4	Tubifex	106,27	91,519	0	197,793	65,9	5,8282	65,6472	4	26,6667	66,6670	1,8239
5	Pomatopsis	63,991	73,728	51,714	189,433	63,1	5,5818	71,2291	5	33,3333	100,0003	2,0000
6	Somatogyrus	68,725	0	97,195	165,92	55,3	4,8890	76,1181	6	40,0000	140,0003	2,1461
7	Mudalia	0	50,938	66,791	117,729	39,2	3,4690	79,5871	7	46,6667	186,6670	2,2711
8	Horatia	0	111,48	0	111,481	37,2	3,2849	82,8720	8	53,3333	240,0003	2,3802
9	Diagnostoma	43,584	22,438	38,925	104,947	35,0	3,0924	85,9644	9	60,0000	300,0003	2,4771
10	Pseudosuccinea	39,739	48,881	17,814	106,434	35,5	3,1362	89,1006	10	66,6667	366,6670	2,5643
11	Stagnicola	0	44,249	51,91	96,159	32,1	2,8334	91,9340	11	73,3333	440,0003	2,6435
12	Theodoxus	32,193	54,019	0	86,212	28,7	2,5403	94,4743	12	80,0000	520,0003	2,7160
13	Viviparus	28,874	0	42,017	70,891	23,6	2,0889	96,5632	13	86,6667	606,6670	2,7830
14	Pomatia	59,983	0	0	59,983	20,0	1,7675	98,3307	14	93,3333	706,6670	2,8492
15	Pisidium	11,648	0	45,005	56,653	18,9	1,6693	100,0000	15	100,0000	806,6670	2,9067
	TOTAL	1229,2	1183,7	980,828	3393,733							