

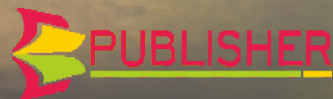
Monograf  
**Keanekaragaman  
MAKROZOOBENTOS**  
DI SUNGAI BILAH LABUHANBATU

Wilayah Indonesia memiliki 6% dari persediaan air di dunia atau seluas 21% persediaan air Asia Pasifik tetapi kelangkaan dan kesulitan memperoleh air bersih dan layak pakai menjadi permasalahan yang mulai muncul di banyak tempat dan semakin mendesak dari tahun ke tahun. Ekosistem air yang terdapat di daratan (*Inland Water*) secara umum dapat dibagi 2 yaitu perairan lentik (*Lentic Water*) atau juga disebut sebagai perairan tenang, misalnya danau, rawa, waduk, telaga, dan sebagainya dan perairan lotik (*Lotic Water*) disebut juga sebagai perairan yang berarus deras, misalnya sungai, kali, kanal, parit dan sebagainya.

Sungai Bilah merupakan perairan yang sudah banyak dimanfaatkan oleh beberapa sektor seperti Penambangan Pasir, Sumber Perusahaan Air Minum (PAM), pertanian, perikanan, perhubungan dan juga merupakan sumber air minum bagi masyarakat di kawasan Rantauprapat. Adanya berbagai aktivitas manusia di. Buku ini akan menyajikan Keanekaragaman Makrozoobentos di Sungai Bilah Labuhan Baju. Selamat membaca!



Penulis Lahir di Dusun Malaka, 15 Februari 1982. Desa Tanjung Siram, Kecamatan Bilah Hulu Kabupaten Labuhanbatu Provinsi Sumatera Utara. Sejak tahun 2010 menjadi Dosen Tetap di Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Labuhanbatu, Kemudian tahun 2014 diangkat menjadi Ketua Program Studi Pendidikan Biologi. Kemudian pada tahun 2019 diangkat menjadi Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian (LPPM) Universitas Labuhanbatu sampai saat ini. Penulis juga adalah Konsultan Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL) di berbagai Perusahaan di Sumatera Utara.



**CV. EL PUBLISHER**

Jl. Jahri Saleh No. 50 Kec. Banjarmasin Utara, Kota Banjarmasin.  
E-Mail: [elpublisher86@gmail.com](mailto:elpublisher86@gmail.com)  
Laman : [www.elpublisher.com](http://www.elpublisher.com)  
Narahubung: 085377799989



DR. Arman Harahap, S.Pd., M.Si

Monograf  
**Keanekaragaman  
MAKROZOOBENTOS**  
DI SUNGAI BILAH LABUHANBATU



DR. Arman Harahap, S.Pd., M.Si

KEANEKARAGAMAN MAKROZOOBENTOS DI SUNGAI BILAH LABUHANBATU



**BUKU MONOGRAF**

**KEANEKARAGAMAN MAKROZOOBENTOS DI  
SUNGAI BILAH LABUHANBATU**

**Penulis:  
Dr. Arman Harahap, SPd., M.Si**



# **Keanekaragaman Makrozoobentos di Sungai Bilah Labuhanbatu**

ISBN: 978-623-91862-1-0

Hak Cipta pada Penulis

Penulis : Dr. Arman Harahap, SPd.,M.Si

Editor : Muhammad Noor Ilmi

Layout & Desain : Fadlianor & Usman Jayadi

Pratinjau : Tiara Ariliani

Jumlah halaman 122

**Tahun 2022**

**PENERBIT :**

## **CV. EL PUBLISHER**

Kota Banjarmasin. Kalimantan Selatan

E-Mail : [elpublisher86@gmail.com](mailto:elpublisher86@gmail.com)

Laman : [www.elpublisher.com](http://www.elpublisher.com)

Narahubung 085377799989

Hak cipta dilindungi oleh undang-undang. All right reserved

Dilarang mengutip atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari penerbit. Ketentuan Pidana Sanksi Pelanggaran Pasal 72 UU Nomor 19 Tahun 2002 tentang Hak Cipta

1. Barang siapa dengan sengaja dan tanpa hak melakukan perbuatan sebagaimana dimaksud dalam pasal 2 ayat (1) atau pasal 49 ayat (1) bulan dan/ atau denda paling sedikit Rp.1000.000,00 (satu juta rupiah) atau pidana penjara paling lama 7 (tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak Rp. 5.000.000.000,00 (lima miliar rupiah).
2. Barang siapa dengan sengaja menyerahkan, menyiarkan, memamerkan, mengedarkan atau menjual kepada umum sesuatu ciptaan barang atau hasil pelanggaran Hak Cipta atau Hak Terkait sebagaimana dimaksud pada ayat (1), dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan/atau denda paling banyak Rp. 500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

# KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT, atas segala rahmat dan karunia-Nya yang memberikan kesehatan dan nikmat kepada penulis sehingga buku monograf ini dapat terselesaikan tepat waktu dengan judul “Keanekaragaman Makrozoobentos di sungai bilah Labuhanbatu ”. Penulis telah berupaya semaksimal mungkin dalam penyelesaian buku monograf ini, namun penulis menyadari masih banyak kelemahan baik dari segi isi, inovasi maupun tata bahasa. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun dari pembaca. Kiranya isi buku monograf berdasarkan riset ini bermanfaat dalam memperkaya khasanah ilmu pendidikan.

Rantauprapat, 05 September 2022

Penulis,

**Dr. Arman Harahap, SPd.,M.Si**



# DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
BAB 1 .....	1
PENDAHULUAN .....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Penentuan Status Mutu Air dengan Metode Storet .....	7
BAB 2 .....	11
EKOSISTEM SUNGAI.....	11
A. Ekosistem Sungai .....	11
B. Keanekaragaman Makrozoobentos.....	16
C. Makrozoobentos Sebagai Indikator.....	20
D. Faktor-faktor Abiotik yang Mempengaruhi Makrozoobentos.....	27
BAB 3 .....	41
MAKROZOBENTOS.....	41
A. Pengertian Organisme Makrozobentos .....	41
B. Makrozoobentos Sebagai Penentu Kualitas Air.....	46
C. Ekosistem Air Tawar .....	49
D. Klasifikasi Makrozoobentos .....	51
E. Ciri Morfologi .....	41

F. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kualitas Air berdasarkan Makrozoobentos.....	47
BAB 4.....	54
MAKROZOOBENTOS DI SUNGAI BILAH .....	54
A. Sungai Bilah.....	54
B. Kepadatan Bentos, Kepadatan Relatif dan Frekuensi Kehadiran pada setiap stasiun riset.....	56
BAB 5.....	65
ANALISIS STUDI MAKROZOOBENTOS DI SUNGAI BILAH.....	65
A. Indeks Biotik.....	65
B. Nilai Indeks Similaritas .....	66
C. Nilai Distribusi Morisita (Id) .....	69
D. Pengukuran Parameter Lingkungan Fisika Kimia Air... 70	
E. Sifat Fisika, Kimia dan Biologi Sungai Bilah Berdasarkan Metode Storet.....	84
F. Analisis Makrozoobentos di Sungai Bilah.....	86
BAB 6.....	91
PENUTUP .....	91
A. Kesimpulan.....	91
DAFTAR PUSTAKA.....	95
RIWAYAT PENULIS.....	101

# DAFTAR TABEL

Tabel 1 Penentuan Sistem Nilai untuk Menenttukan Status Mutu Air .....	8
Tabel 2 Klasifikasi Makrozoobentos pada setiap Stasiun Riset di Sungai Bilah Rantau Prapat .....	40
Tabel 5 Jumlah invertebrata yang dikelompokkan menjadi tiga kelas berdasarkan Indeks Biotik .....	65
Tabel 6 Nilai Indeks Similaritas Makrozoobentos Sungai Bilah. ....	67
Tabel 7 Nilai Distribusi Indeks Morista .....	69
Tabel 8 Nilai Rata-rata Parameter Lingkungan yang Diukur pada Masing-masing Lokasi Pengambilan Sampel .....	71
Tabel 9 Skor Masing – masing Nilai Fisik, Kimia dan Biologi berdasarkan Metode Storet .....	84
Tabel 10 Tabel Interval Korelasi dan Tingkat Hubungan antar faktor .....	86
Tabel 11 Nilai Indeks Korelasi.....	86



# DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 : Peta Kabupaten Labuhanbatu tanda panah adalah lokasi riset.....	6
Gambar 2 Tubifex sp.....	41
Gambar 3 Neanthes sp.....	42
Gambar 4 Chironomus.....	42
Gambar 5 Boyeria sp.....	43
Gambar 6 Gomphus sp.....	43
Gambar 7 Argia sp.....	44
Gambar 8 Miathyria sp.....	44
Gambar 9 Pelocoris sp.....	45
Gambar 10 Naucorinae sp.....	45
Gambar 11 Paraleptophlebia.....	46
Gambar 12 Pleurocera sp.....	46
Gambar 13 Goniobasis sp.....	47

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Wilayah Indonesia memiliki 6% dari persediaan air di dunia atau seluas 21% persediaan air Asia Pasifik tetapi kelangkaan dan kesulitan memperoleh air bersih dan layak pakai menjadi permasalahan yang mulai muncul di banyak tempat dan semakin mendesak dari tahun ke tahun. Kecenderungan konsumsi air naik secara eksponensial, sedangkan ketersediaan air bersih cenderung melambat akibat kerusakan alam dan pencemaran, yaitu diperkirakan sebesar 15-35% per kapita per tahun. Dengan demikian Indonesia yang memiliki jumlah penduduk lebih dari 200 juta jiwa, menyebabkan kebutuhan air bersih menjadi semakin mendesak (Walhi, 2005).

Ekosistem air yang terdapat di daratan (*Inland Water*) secara umum dapat dibagi 2 yaitu perairan lentik (*Lentic Water*) atau juga disebut sebagai perairan tenang,

misalnya danau, rawa, waduk, telaga, dan sebagainya dan perairan lotik (*Lotic Water*) disebut juga sebagai perairan yang berarus deras, misalnya sungai, kali, kanal, parit dan sebagainya. Perbedaan utama antara perairan lotik (*lotic*) dan lentik (*lentic*) adalah dalam kecepatan arus air. Perairan lentik mempunyai kecepatan arus yang lambat serta terjadi akumulasi massa air yang berlangsung dengan cepat. Sungai Bilah termasuk perairan lentik (*Lotic Water*) atau disebut juga perairan tenang (Barus, 2001).

Sungai Bilah merupakan perairan yang sudah banyak dimanfaatkan oleh beberapa sektor seperti Penambangan Pasir, Sumber Perusahaan Air Minum (PAM), pertanian, perikanan, perhubungan dan juga merupakan sumber air minum bagi masyarakat di kawasan Rantauprapat. Adanya berbagai aktivitas manusia di sekitar Sungai tersebut yang mengakibatkan Sungai Bilah tersebut diduga sudah tercemar. Bentuk sebagai biota dasar perairan yang relatif tidak mudah bermigrasi merupakan kelompok biota yang paling menderita akibat pencemaran perairan. Menurut Odum (1994) menjelaskan bahwa komponen biotik dapat

memberikan gambaran mengenai kondisi fisik, kimia dan biologi suatu perairan. Salah satu biota yang dapat digunakan sebagai parameter biologi dalam menentukan kondisi suatu perairan adalah Makrozoobentos.

Menurut Purnomo (1989) berubahnya kualitas suatu perairan sangat mempengaruhi kehidupan biota yang hidup di dasar perairan tersebut di antaranya adalah Makrozoobentos. Menurut Payne (1986) Makrozoobentos merupakan organisme yang sebagian besar atau seluruh siklus hidupnya berada di dasar perairan, hidup sessil merayap atau menggali lubang.

Makrozoobentos baik digunakan sebagai bioindikator di suatu perairan karena habitat hidupnya yang relatif tetap. Perubahan kualitas air dan substrat hidupnya sangat mempengaruhi kelimpahan dan keanekaragaman makrozoobentos. Kelimpahan dan keanekaragaman ini sangat bergantung pada toleransi dan sensitifitasnya terhadap perubahan lingkungan. Kisaran toleransi dari Makrozoobentos terhadap lingkungan berbeda-beda (Wilhm, 1975 *dalam* Marsaulina, 1994). Komponen lingkungan baik yang hidup (biotik) maupun

yang mati (abiotik) mempengaruhi kelimpahan dan keanekaragaman biota air yang ada pada suatu perairan, sehingga tingginya kelimpahan individu tiap jenis dapat dipakai untuk menilai kualitas suatu perairan. Perairan yang berkualitas baik biasanya memiliki keanekaragaman jenis yang tinggi dan sebaliknya pada perairan yang buruk atau tercemar (Fachrul, 2007). Sejauh ini belum diketahui keanekaragaman Makrozoobentos dan kualitas perairan Sungai Bilah Rantauprapat berdasarkan hal tersebut riset ini dilakukan.

Sungai Bilah sudah banyak dimanfaatkan oleh penduduk di sekitar Rantauprapat untuk berbagai keperluan yaitu Penambangan Pasir, Sumber Perusahaan Air Minum (PAM) Daerah Labuhanbatu, perikanan, perhubungan, pertanian, dan berbagai aktivitas rumah tangga. Pemanfaatan tersebut menyebabkan perubahan kondisi ekologis keanekaragaman Makrozoobentos. Sejauh ini belum diketahui bagaimana kondisi fisik, kimia, Biologi dan keberadaan jenis serta keanekaragaman Makrozoobentos Sungai Bilah Labuhanbatu.

Tujuan dari pada dibuatnya buku ini adalah untuk mengetahui sifat fisik, kimia dan biologi perairan Sungai Bilah dalam hubungannya dengan baku mutu kualitas air, untuk mengetahui keanekaragaman dan kelimpahan Makrozoobentos pada perairan Sungai Bilah. untuk mengetahui hubungan keanekaragaman dan kelimpahan Makrozoobentos yang terdapat di perairan Sungai Bilah dengan sifat fisika dan kimia yang dimilikinya.

Buku ini hasil riset yang dilakukan di Sungai Bilah Kabupaten Labuhanbatu Sumatera Utara. yaitu pada saat Sungai Bilah dalam keadaan setelah banjir. Berdasarkan zona lingkungan yang ada ditetapkan 5 stasiun pengamatan yang berbeda. Sungai Bilah sudah banyak dimanfaatkan oleh penduduk di sekitar Kota Rantauprapat untuk berbagai aktivitas yaitu Penambangan Pasir, Sumber Perusahaan Air Minum (PAM) Daerah Labuhanbatu, Perikanan, Perhubungan, Pertanian dan berbagai aktivitas rumah tangga yang bermuara ke Selat Malaka.



Gambar 1 : Peta Kabupaten Labuhanbatu tanda panah adalah lokasi riset

Sampel makrozoobentos diambil menggunakan jala surber kemudian jala surber diletakkan di dasar Sungai, lalu substrat dikeruk sehingga makrozoobentos terjaring dalam jala surber tersebut. Sampel yang didapat disortir menggunakan tangan untuk sampel yang berukuran besar dan metode pengapungan untuk sampel berukuran kecil (yang tidak bisa disortir). Sampel dibersihkan dengan air dan direndam dengan formalin 4% selama 1 hari, kemudian dicuci dan dikeringkan, sampel dimasukkan ke dalam botol sampel yang telah diisi alkohol 70% sebagai pengawet, lalu diberi label. Sampel dibawa ke laboratorium untuk diidentifikasi dengan menggunakan buku acuan Edmonson (1959) dan Pennak (1970).

## **B. Penentuan Status Mutu Air dengan Metode Storet**

Secara prinsip metode Storet adalah membandingkan antar data kualitas air dengan baku mutu air yang disesuaikan dengan peruntukannya guna menentukan status mutu air. Untuk Sungai Bilah, peruntukannya adalah air golongan Kelas I karena Sungai Bilah juga dipakai untuk sumber air minum. Hal ini berdasarkan Baku Mutu dan Kualitas Air Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001. Cara menentukan status mutu air adalah dengan menggunakan sistem nilai dari United State Environmental Protection Agency (JS- EPA) dengan mengklasifikasikan mutu air dalam 4 kelas yaitu:

1. Kelas A: Baik sekali, skor = 0 → memenuhi baku mutu
2. Kelas B: Baik, skor = 1 s/d -10 → tercemar ringan
3. Kelas C : Sedang, skor = -11 s/d -30 tercemar sedang
4. Kelas D: Buruk, skor  $\geq$  -31 → tercemar berat

Prosedur penggunaan:

- a. Dilakukan pengumpulan data kualitas air dan debit air sehingga membentuk data.



- b. Dibandingkan data hasil pengukuran dan masing-masing parameter air dengan nilai baku mutu yang sesuai dengan kelas air.
- c. Jika hasil pengukuran memenuhi nilai baku mutu air (hasil pengukuran < baku mutu) maka diberi skor 0.
- d. Jika hasil pengukuran tidak memenuhi nilai baku mutu air (hasil pengukuran > baku mutu) maka diberi skor, dapat dilihat pada Tabel 3.2.

*Tabel 1 Penentuan Sistem Nilai untuk Menenttukan Status Mutu Air*

<b>Jumlah Paramater</b>	<b>Parameter</b>			
	<b>Nilai</b>	<b>Fisika</b>	<b>Kimia</b>	<b>Biologi</b>
< 10	Maksimum	-1	-2	-3
	Minimum	-1	-2	-3
	Rata-rata	-3	-6	-9
≥ 10	Maksimum	-2	-4	-6
	Minimum	-2	-4	-6
	Rata-Rata	-6	-12	-18

Jumlah negatif dari seluruh parameter dihitung dan ditentukan status mutunya dari jumlah skor yang didapat dengan menggunakan sistem nilai.



## **BAB 2**

### **EKOSISTEM SUNGAI**

#### **A. Ekosistem Sungai**

Sistem perairan menutupi 70% bagian dari permukaan bumi yang dibagi dalam dua kategori utama, yaitu ekosistem air tawar dan ekosistem air laut. Dari kedua sistem perairan tersebut air laut mempunyai bagian yang paling besar yaitu lebih dari 97%, sisanya adalah air tawar yang sangat penting artinya bagi manusia untuk aktivitas hidupnya (Barus, 1996).

Habitat air tawar menempati daerah yang relatif lebih kecil pada permukaan bumi dibandingkan habitat air laut, tetapi bagi manusia kepentingan jauh lebih berarti dibandingkan dengan luas daerahnya. Hal ini disebabkan karena: 1) habitat air tawar merupakan sumber air yang paling praktis dan murah untuk kepentingan domestik maupun industri. 2) ekosistem air tawar menawarkan sistem pembuangan yang memadai dan paling murah (Odum, 1994).

Perairan mengalir mempunyai corak tertentu yang secara jelas membedakan dari air tergenang walaupun keduanya merupakan habitat air. Satu perbedaan mendasar antara danau dan sungai adalah bahwa danau terbentuk karena cekungannya sudah ada dan air mengisi cekungan itu, tetapi danau itu setiap saat dapat terisi oleh endapan sehingga menjadi tanah kering. Sebaliknya sugai terjadi karena airnya sudah ada, sehingga air itulah yang membentuk dan menyebabkan tetap adanya saluran selama masih terdapat air yang mengisinya (Ewusie, 1990).

Ekosistem perairan yang terdapat di daratan secara umum di bagi atas dua kelompok yaitu perairan lentik (perairan tenang) misalnya danau dan perairan lotik (perairan berarus deras) misalnya sungai (Payne,1996). Sungai merupakan jaringan alur-alur pada permukaan bumi yang terbentuk secara alamiah mulai dari bentuk kecil di bagian hulu sungai sampai besar di bagian hilir. Air hujan di atas permukaan bumi dalam perjalanannya sebagian kecil menguap dan sebagian besar mengalir dalam bentuk alur-alur kecil, kemudian menjadi alur-alur

sedang seterusnya mengumpul menjadi satu alur besar atau utama, dengan demikian dapat dikatakan sungai berfungsi menampung curah hujan dan mengalirkannya ke laut (Loebis *et al*, 1993).

Perairan mengalir mempunyai corak tertentu yang secara jelas membedakan dari air tergenang walaupun keduanya merupakan habitat air. Satu perbedaan mendasar antara danau dan sungai adalah bahwa danau terbentuk karena cekungannya sudah ada dan air mengisi cekungan itu, tetapi danau itu setiap saat dapat terisi oleh endapan sehingga menjadi tanah kering. Sebaliknya sungai terjadi karena airnya sudah ada, sehingga air itulah yang membentuk dan menyebabkan tetap adanya saluran selama masih terdapat air yang mengisinya (Ewusie, 1990).

Sungai merupakan salah satu sumber daya alam yang keberadaannya sangat dipengaruhi oleh berbagai aktivitas manusia disepanjang aliran sungai. Manfaatnya sebagai sumber air sangat penting dalam memenuhi kebutuhan masyarakat yaitu sebagai sarana transportasi, mandi, mencuci dan sebagainya. Namun

sungai dapat menjadi sumber malapetaka apabila tidak dijaga baik dari segi manfaatnya maupun pengamanannya yang dapat menurunkan daya gunanya jika pengaruh yang ditumbuhkan dari berbagai aktivitas melebihi daya dukung sungai atau tercemarnya air oleh zat-zat kimia yang akan mematikan kehidupan yang ada di sekitarnya dan merusak lingkungan (Subagyo, 1992).

Hampir setiap hari sungai diseluruh dunia menerima sejumlah besar aliran sedimen baik secara alamiah, buangan industri, buangan limbah rumah tangga, aliran air permukaan, daerah urban dan pertanian. Karena aliran tersebut, kebanyakan sungai tidak dapat berubah normal kembali dari pencemaran karena arus air dapat mempercepat degradasi limbah yang memerlukan oksigen selama sungai tersebut tidak meluap karena banjir. Degradasi dan nondegradasi pada arus sungai yang lambat tidak dapat menghilangkan polusi limbah oleh proses penjernihan alamiah tersebut.

Pengaruh Pencemaran Air terhadap Ekosistem Sungai Air merupakan kebutuhan pokok bagi kehidupan manusia di muka bumi ini. Sesuai dengan kegunaannya, air

dipakai sebagai air minum, air untuk mandi dan mencuci, air untuk perairan pertanian, air untuk kolam perikanan, air untuk sanitasi, air untuk transportasi baik di sungai maupun di laut. Kegunaan air tersebut termasuk kedalam kegunaan air secara konvensional. Selain kegunaan air secara konvensional, air juga diperlukan untuk meningkatkan kualitas hidup manusia, yaitu untuk menunjang kegiatan industri dan teknologi (Wardhana,2001).

Aktivitas suatu ekosistem selalu memberi pengaruh pada ekosistem yang lain. Manusia adalah salah satu komponen penting. Sebagai komponen yang dinamis, manusia seringkali mengakibatkan dampak pada salah satu komponen lingkungan yang penting. Sebagai komponen yang dinamis, manusia sering kali mengakibatkan dampak pada salah satu komponen lingkungan yang mempengaruhi ekosistem secara keseluruhan.

Pencemaran air yang dapat menyebabkan pengaruh berbahaya bagi organisme, populasi, komunitas, dan



ekosistem. Tingkatan pengaruh pencemaran air terhadap manusia dikelompokkan secara berikut:

- Kelas 1 : Gangguan estetika (bau, rasa, pemandangan)
- Kelas 2 : Gangguan atau kerusakan terhadap harta benda
- Kelas 3 : Gangguan terhadap kehidupan hewan dan tumbuhan
- Kelas 4 : Gangguan terhadap kesehatan manusia
- Kelas 5 : Gangguan pada sistem reproduksi dan genetik manusia
- Kelas 6 : Gangguan ekosistem utama.

## **B. Keanekaragaman Makrozoobentos**

Menurut Odum (1994), komunitas adalah kumpulan populasi yang hidup pada suatu lingkungan tertentu atau habitat fisik tertentu yang saling berinteraksi dan secara bersama membentuk tingkat trofik. Di dalam komunitas, jenis organisme yang dominan akan mengendalikan komunitas tersebut, sehingga jika jenis organisme yang dominan tersebut hilang akan menimbulkan perubahan-perubahan penting dalam komunitas, bukan hanya komunitas biotiknyanya tetapi juga dalam lingkungan fisik.

Krebs (1989) mengemukakan bahwa struktur komunitas memiliki lima tipologi atau karakteristik, yaitu keanekaragaman, dominansi, bentuk dan struktur pertumbuhan, kelimpahan relatif serta struktur trofik. Konsep komunitas sangat relevan diterapkan dalam menganalisis lingkungan perairan karena komposisi dan karakter dari suatu komunitas merupakan indikator yang cukup baik untuk menunjukkan keadaan di mana komunitas berada.

Hubungan perubahan lingkungan terhadap kestabilan suatu komunitas makrozoobentos dapat dianalisis secara kuantitatif dan kualitatif. Analisis kuantitatif dapat dilakukan dengan melihat keanekaragaman jenis organisme yang hidup di lingkungan tersebut dan hubungan dengan kelimpahan tiap jenisnya sedangkan kualitatif adalah dengan melihat jenis jenis organisme yang mampu beradaptasi dengan lingkungan tertentu. Odum (1994) menerangkan bahwa baik buruknya kondisi suatu ekosistem tidak dapat ditentukan hanya dari hubungan keanekaragaman dan kestabilan komunitasnya. Suatu ekosistem yang stabil

dapat saja memiliki keanekaragaman yang rendah atau tinggi tergantung pada fungsi aliran energi pada sistem tersebut.

Bentos merupakan organisme yang mendiami dasar perairan dan tinggal di dalam atau pada sedimen dasar perairan. Payne (1986) menyatakan bahwa zoobentos adalah hewan yang sebagian atau seluruh siklus hidupnya berada di dasar perairan, baik sesil, merayap maupun menggali lubang. Hewan makrozoobentos lebih banyak ditemukan di perairan yang tergenang (lentik) dari pada di perairan yang mengalir (lotik).

Berdasarkan cara hidupnya, bentos dibedakan atas 2 kelompok yaitu: infauna dan epifauna (Barnes & Mann, 1994). Infauna adalah kelompok makrozoobentos yang hidup terbenam di dalam lumpur (berada di dalam substrat), sedangkan epifauna adalah kelompok makrozoobentos yang hidup menempel di permukaan dasar perairan (Hutchinson, 1993).

Pennak (1989), menyatakan bahwa epifauna lebih sensitif daripada infauna. Lailli & Parsons (1993), menyatakan bahwa kelompok infauna sering

mendominasi komunitas substrat yang lunak dan melimpah di daerah subtidal, sedangkan kelompok hewan epifauna dapat ditemukan pada semua jenis substrat tetapi lebih berkembang pada substrat yang keras dan melimpah di daerah intertidal. Hewan bentos dapat dikelompokkan berdasarkan ukuran tubuh yang bisa melewati lubang saring yang dipakai untuk memisahkan hewan dari sedimennya. Berdasarkan kategori tersebut bentos dibagi atas:

**a. Makrobentos**

Kelompok bentos yang berukuran lebih besar dari 1.0 mm. Kelompok ini adalah hewan bentos yang terbesar.

**b. Mesobentos**

Kelompok bentos yang berukuran antara 0.1 mm – 1.0 mm. Kelompok ini adalah hewan kecil yang dapat ditemukan di pasir atau lumpur. Hewan yang termasuk kelompok ini adalah Mollusca kecil, cacing kecil dan Crustacea kecil.

**c. Mikrobentos**

Kelompok bentos yang berukuran lebih kecil dari 0,1 mm. Kelompok ini merupakan hewan yang terkecil.

Hewan yang termasuk ke dalamnya adalah protozoa khususnya Ciliata.

Bentos pemakan deposit cenderung melimpah pada sedimen lempung, dan sedimen lunak yang merupakan daerah yang mengandung bahan organik yang tinggi, sedangkan bentos pemakan suspensi lebih berlimpah pada substrat yang berbentuk pasir dan bahan organik lebih sedikit. Keadaan substrat dasar merupakan faktor yang sangat menentukan komposisi hewan bentos dalam suatu perairan.

Struktur substrat dasar akan menentukan kelimpahan dan komposisi jenis hewan makrozoobentos. Kelompok makrozoobentos yang dominan di perairan bersubstrat lumpur adalah Polychaeta, Bivalvia (kerang) dan Crustacea (Jati, 2003).

### **C. Makrozoobentos Sebagai Indikator**

Bentos sering digunakan sebagai indikator atau petunjuk kualitas air. Suatu perairan yang sehat (belum tercemar) akan menunjukkan jumlah individu yang seimbang dari hampir semua spesies yang ada. Sebaliknya

suatu perairan tercemar, penyebaran jumlah individu tidak merata dan cenderung ada spesies yang mendominasi (Patrick, 1949 *dalam* Odum, 1994).

Dalam penilaian kualitas perairan, pengukuran keanekaragaman jenis organisme sering lebih baik daripada pengukuran bahan-bahan organik secara langsung. Makrozoobentos sering dipakai untuk menduga ketidakseimbangan lingkungan fisik, kimia dan biologi perairan. Perairan yang tercemar akan mempengaruhi kelangsungan hidup organisme makrozoobentos karena makrozoobentos merupakan biota air yang mudah terpengaruh oleh adanya bahan pencemar, baik bahan pencemar kimia maupun fisik (Odum, 1994).

Hal ini disebabkan makrozoobentos pada umumnya tidak dapat bergerak dengan cepat dan habitatnya di dasar yang umumnya adalah tempat bahan tercemar. Menurut Wilhm (1975) dalam Marsaulina (1994) perubahan sifat substrat dan penambahan pencemaran akan berpengaruh terhadap kelimpahan dan keanekaragamannya.

Menurut Ravera (1979) *dalam* Fachrul (2007) daya toleransi bentos terhadap pencemaran bahan organik dapat dikelompokkan menjadi tiga yaitu:

**a. Jenis Intoleran**

Jenis intoleran memiliki kisaran toleransi yang sempit terhadap pencemaran dan tidak tahan terhadap tekanan lingkungan, sehingga hanya hidup dan berkembang di perairan yang belum atau sedikit tercemar.

**b. Jenis Toleran**

Jenis toleran mempunyai daya toleran yang lebar, sehingga dapat berkembang mencapai kepadatan tertinggi dalam perairan yang tercemar berat.

**c. Jenis Fakultatif**

Jenis fakultatif dapat bertahan hidup terhadap lingkungan yang agak lebar, antara perairan yang belum tercemar sampai dengan tercemar sedang dan masih dapat hidup pada perairan yang tercemar berat.

Menurut Vemiati (1987) *dalam* Fachrul (2007) jenis yang berbeda menunjukkan reaksi yang berbeda

terhadap pencemaran, sehingga dengan adanya jenis bentos tertentu dapat dijadikan petunjuk untuk menafsir kualitas suatu badan air tertentu, misalnya keberadaan cacing *Polychaeta* dari suku *Capitellidae*, yaitu *Capitella capitella* menunjukkan perairan tercemar dan *Capitella ambiesta* terdapat pada lingkungan yang tidak tercemar selanjutnya Tesky (2002) mengatakan spesies indikator merupakan organisme yang dapat menunjukkan kondisi lingkungan secara akurat yang juga dikenal dengan bioindikator.

Makrozoobentos umumnya sangat peka terhadap perubahan lingkungan perairan yang ditempatinya, karena itulah makroinvertebrata ini sering dijadikan sebagai indikator ekologi di suatu perairan dikarenakan cara hidup, ukuran tubuh, dan perbedaan kisaran toleransi di antara spesies di dalam lingkungan perairan. Alasan pemilihan makrozoobentos sebagai indikator ekologi menurut Wilhm (1978), dan Oey *et al.*, (1980) dalam Wargadinata (1995) adalah sebagai berikut:

- a. Mobilitas terbatas sehingga memudahkan dalam pengambilan sampel.



- b. Ukuran tubuh relatif besar sehingga memudahkan untuk identifikasi.
- c. Hidup di dasar perairan, relatif diam sehingga secara terus menerus terdedah (exposed) oleh air sekitarnya.
- d. Pendedahan yang terus menerus mengakibatkan makrozoobentos dipengaruhi oleh keadaan lingkungan.

Menurut Purnomo (1989) kelebihan penggunaan makrozoobentos sebagai indikator pencemaran organik adalah mudah diidentifikasi, bersifat immobil, dan memberikan tanggapan yang berbeda terhadap berbagai kandungan bahan organik, sedangkan kelemahannya adalah karena penyebarannya mengelompok dipengaruhi oleh faktor hidrologis seperti arus dan kondisi substrat dasar.

Menurut Cole (1983) zoobentos juga berperan dalam proses mineralisasi dan pendaurulangan bahan-bahan organik, baik yang berasal dari perairan (autokton) maupun dari daratan (allokton) serta menduduki urutan kedua dan ketiga dalam rantai kehidupan suatu komunitas perairan.

Banyaknya bahan pencemar dalam perairan dapat memberikan dua pengaruh terhadap organisme perairan, yaitu dapat membunuh spesies tertentu dan sebaliknya dapat mendukung perkembangan spesies lain. Jadi bila air tercemar ada kemungkinan terjadi pergeseran dari jumlah spesies yang banyak dengan populasi yang sedang menjadi jumlah spesies yang sedikit tapi populasinya tinggi. Oleh karena itu penurunan dalam keanekaragaman spesies dapat juga dianggap sebagai suatu pencemaran (Sastrawijaya, 2000).

Menurut Rini (2007), beberapa jenis makrozoobentos, serangga ordo Ephemeroptera, Plecoptera dan Trichoptera membutuhkan kualitas air dengan kandungan oksigen terlarut yang tinggi dan keberadaannya menjadi indikasi kualitas air yang masih baik selanjutnya Sutapa *et al* (1999) mengatakan Ephemeroptera, Plecoptera dan Trichoptera merupakan kelompok intoleran terhadap polutan organik dan konsentrasi logam yang tinggi dari limbah yang masuk ke badan perairan. Jenis makrozoobentos lainnya dapat bertahan hidup di perairan dengan kandungan oksigen

rendah karena memiliki saluran pernafasan yang menyerupai snorkel dan dapat menyimpan dan membawa gelembung udara atau oksigen di dalam tubuhnya atau di bawah bagian sayapnya.

Tekanan karena buangan bahan organik mengakibatkan terjadinya pembatasan variasi makrozoobentos, yang berarti hanya beberapa jenis saja yang mampu hidup dalam kondisi tersebut. Pengaruh dari perubahan substrat dan adanya bahan kimia beracun akan menurunkan jumlah bahkan menghilangkan beberapa jenis makrozoobentos pada daerah tersebut. Perbedaan batas toleransi antara populasi terhadap faktor-faktor lingkungan mempengaruhi kemampuan berkompetisi. Jika kondisi lingkungan perairan menurun karena pencemaran maka jenis organisme yang tidak toleran terhadap kondisi tersebut akan menurun populasinya, sebaliknya jenis-jenis organisme yang mempunyai toleransi terhadap kondisi tersebut akan meningkat populasinya karena jenis-jenis kompetitornya berkurang. Jenis-jenis organisme yang dapat bertahan tersebut biasanya akan mendominasi komunitasnya. Menurut Vemiati (1987) dalam Fachrul

(2007) berdasarkan derajat toleransinya terhadap pencemaran, bentos dapat dikelompokkan sebagai berikut:

- a. Jenis yang tahan terhadap bahan pencemar.  
Contoh : Cacing *Tubificid*, larva nyamuk, siput, terutama *Masculium* sp., dan *Psidium* sp.
- b. Jenis yang lebih jernih (bersih)  
Contoh: Siput yang senang arus, *Bryozoa*, serangga air, dan *Crustacea*.
- c. Jenis yang hanya senang bersih  
Contoh: Siput dari *Vivinatidae* dan *Amnicolidae*, serangga (larva/nimfa) dari bangsa *Ephemeraidae*, *Odonata*, *Hemiptera*, dan *Coleoptera*.

#### **D. Faktor-faktor Abiotik yang Mempengaruhi Makrozoobentos**

Sifat fisika kimia perairan sangat penting dalam ekologi. Oleh karena itu selain melakukan pengamatan terhadap faktor biotik seperti makrozoobentos, perlu juga dilakukan pengamatan faktor-faktor abiotik perairan. Dengan mempelajari aspek saling ketergantungan antara

organisme dengan faktor-faktor abiotiknya maka akan diperoleh gambaran tentang kualitas suatu perairan.

Faktor abiotik (fisika dan kimia) perairan yang mempengaruhi kehidupan makrozoobentos, antara lain:

**a. Suhu**

Kelarutan berbagai jenis gas di dalam air serta semua aktivitas biologis dan fisiologis di dalam ekosistem sangat dipengaruhi oleh suhu. Suhu mempunyai pengaruh yang besar terhadap kelarutan oksigen di dalam air, apabila suhu air naik maka kelarutan oksigen di dalam air menurun. Bersamaan dengan peningkatan suhu juga akan mengakibatkan peningkatan aktivitas metabolisme akuatik, sehingga kebutuhan akan oksigen juga meningkat (Sastrawijaya, 2000). Brehm dan Meijering (1990) dalam Barus (1996) menyatakan bahwa akibat meningkatnya laju respirasi akan menyebabkan konsumsi oksigen meningkat, sementara di sisi lain dengan naiknya suhu akan menyebabkan kelarutan oksigen dalam air menjadi berkurang.

Menurut Suriawiria (1996) kenaikan suhu pada perairan dapat menyebabkan penurunan oksigen terlarut.

Suhu merupakan faktor pembatas bagi pertumbuhan hewan bentos. Batas toleransi hewan terhadap suhu tergantung kepada spesiesnya. Umumnya suhu di atas 30°C dapat menekan pertumbuhan populasi hewan bentos (Nybakken, 1992). Naiknya temperature air dapat menimbulkan beberapa akibat diantaranya menurunkan jumlah oksigen terlarut dalam air, meningkatnya kecepatan reaksi kimia mengganggu kehidupan biota air, apabila batas temperatur yang mematikan malampaui maka organism air diantaranya makrozoobentos mungkin akan mati.

***b. Dissolved Oxygen (DO)***

*Dissolved Oxygen (DO)* merupakan banyaknya oksigen terlarut dalam suatu perairan. Kehidupan di air dapat bertahan jika ada oksigen terlarut minimum sebanyak 5 mg oksigen setiap liter air (Sastrawijaya, 2000). Kisaran toleransi makrozoobentos terhadap oksigen terlarut berbeda-beda. Menurut Sastrawijaya (1991) kehidupan makrozoobentos dapat bertahan jika ada oksigen terlarut minimum sebanyak 5 mg/l, selebihnya tergantung kepada ketahanan organisme,

derajat keaktifan, kehadiran pencemar, temperature air dan sebagainya. Kandungan oksigen terlarut mempengaruhi jumlah jenis bentos di perairan, semakin tinggi kadar O<sub>2</sub> terlarut jumlah bentos semakin besar.

Oksigen terlarut di dalam air dihasilkan dari proses fotosintesis tumbuhan air dan dari udara yang masuk melalui proses difusi yang secara lambat menembus permukaan air (Wardhana, 1995). Menurut Mahida (1993) kelarutan oksigen di dalam air bergantung pada keadaan suhu, pergolakan di permukaan air, luasnya daerah permukaan air yang terbuka bagi atmosfer, tekanan atmosfer, dan persentase oksigen di udara sekelilingnya.

Penambahan bahan organik maupun anorganik berupa limbah ke dalam perairan selain mengubah susunan kimia air, juga mempengaruhi sifat-sifat biologi dari perairan tersebut. Banyaknya bahan organik di dalam perairan menyebabkan menurunnya kadar oksigen terlarut di dalam perairan dan jika keadaan ini berlangsung lama menyebabkan perairan menjadi anaerob, sehingga organisme aerob akan mati.

### ***c. Biochemical Oxygen Demand (BOD)***

*Biochemical Oxygen Demand* atau kebutuhan oksigen biologis adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme aerobik di dalam air lingkungan untuk memecah (mendegradasi) bahan buangan organik yang ada di dalam air lingkungan tersebut. Pembuangan bahan organik melalui proses oksidasi oleh mikroorganisme di dalam air lingkungan adalah proses alamiah yang mudah terjadi apabila air lingkungan mengandung oksigen yang cukup (Wardhana, 1995).

Pengukuran BOD merupakan salah satu pengukuran yang digunakan untuk menentukan kualitas suatu perairan. Nilai BOD dapat dinyatakan sebagai jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme dalam proses penguraian senyawa organik, biasanya pada suhu 20°C. Penentuan oksigen terlarut merupakan dasar utama dalam pengukuran BOD (Mahida, 1993). Pengukuran BOD yang umum dilakukan adalah pengukuran selama 5 hari (BOD<sub>5</sub>), karena dari hasil riset bahwa setelah pengukuran dilakukan selama lima



hari jumlah senyawa organik yang diuraikan sudah mencapai 70% (Barus, 1996).

Nilai konsentrasi BOD pada suatu badan perairan dapat mempengaruhi kehidupan biota air diantaranya makrozoobentos. Batas toleransi hewan bentoz terhadap BOD tergantung spesiesnya. Umumnya nilai konsentrasi BOD diatas 10 mg/l - 20 mg/l dapat menekan pertumbuhan populasi hewan bentos.

#### ***d. Chemycal Oxygen Demand (COD)***

*Chemycal Oxygen Demand* merupakan jumlah oksigen yang dibutuhkan dalam proses oksidasi kimia yang dinyatakan dalam mg O<sub>2</sub>/l. Dengan mengukur nilai COD akan diperoleh nilai yang menyatakan jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk proses oksidasi terhadap total senyawa organik baik yang mudah diuraikan secara biologis maupun terhadap yang sukar atau tidak bisa diuraikan secara biologis (Barus, 2004).

*Chemical Oxygen Demand* erat kaitannya dengan BOD. Banyak zat organik yang tidak mengalami penguraian biologi secara cepat berdasarkan pengujian BOD<sub>5</sub> tetapi senyawa-senyawa organik itu tetap

menurunkan kualitas air, karena itu perlu diketahui konsentrasi organik dalam limbah dan setelah masuk dalam perairan dan dapat bersifat toksik bagi makrozoobentos. Untuk itulah tujuan diadakannya uji COD. Pengujian COD dilakukan dengan mengambil contoh dengan volume tertentu yang kemudian dipanaskan dengan larutan kalium dikromat dengan kepekatan tertentu yang jumlahnya sedikit di atas yang diperlukan. Dengan katalis asam sulfat diperlukan waktu dua jam, maka kebanyakan zat organik telah teroksidasi. Dengan penentuan jumlah kalium dikromat yang dipakai, COD contoh dapat dihitung, dan dapat dilihat nantinya apa pengaruhnya pada makrozoobentos. Semakin tinggi kadar CO<sub>2</sub> maka keanekaragaman bentos semakin rendah dan sebaliknya jika kadar CO<sub>2</sub> rendah keanekaragaman bentos semakin tinggi.

#### **e. Derajat Keasaman**

Pengukuran pH adalah suatu yang penting, karena banyak reaksi kimia dan biokimia yang penting terjadi pada tingkat pH (Mahida, 1993). Nilai pH menunjukkan

derajat keasaman atau kebasahan suatu perairan. Nilai pH yang ideal bagi kehidupan organisme akuatik pada umumnya terdapat antara 7 sampai 8,5. Kondisi perairan yang sangat basa maupun yang sangat asam akan membahayakan kelangsungan hidup organisme karena akan menyebabkan terjadinya gangguan metabolisme dan respirasi (Barus, 1996). Adanya ion-ion seperti besi sulfur (FeS) dalam jumlah yang tinggi dalam air meningkatkan keasaman karena FeS dengan udara dan air akan membentuk  $H_2SO_4$  dan besi yang larut sehingga akan bersifat toksik bagi makrozoobentos (Fardiaz, 1992).

pH sangat penting mendukung kehidupan organisme akuatik karena pH dapat mempengaruhi jenis dan susunan zat dalam lingkungan perairan dan tersedianya unsur hara serta toksitas unsur renik sehingga dapat mempengaruhi makrozoobentos (Sastrawijaya, 1991). Kondisi perairan sangat asam atau basah akan membahayakan kelangsungan hidup organisme seperti makrozoobentos karena akan menyebabkan terganggunya metabolisme dan respirasi, dimana pH rendah menyebabkan mobilitas kelangsungan

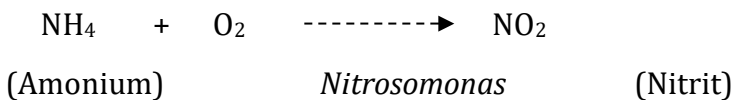
hidup makrozoobentos atau organisme perairan. Bagi hewan bentos pH berpengaruh terhadap menurunnya daya stress.

#### **f. Kandungan Nitrat**

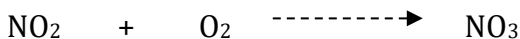
Keberadaan senyawa nitrogen dalam perairan dengan kadar yang berlebihan dapat menimbulkan permasalahan pencemaran. Kandungan nitrogen yang tinggi di suatu perairan dapat disebabkan oleh limbah yang berasal dari limbah domestik, pertanian, peternakan dan industri. Hal ini berpengaruh terhadap kelimpahan fitoplankton sebagai makanan makrozoobentos. Sumber makanan manusia dan hewan pada umumnya dapat dikelompokkan ke dalam tiga jenis tipe zat nutrisi yaitu karbohidrat, lemak dan protein. Dengan demikian kandungan limbah domestik pada umumnya juga terdiri dari ketiga jenis zat nutrisi tersebut.

Produk penguraian karbohidrat dianggap tidak mempunyai masalah yang serius bagi ekosistem perairan, karena berbagai jenis bakteri dan jamur dapat mengkonsumsinya. Yang dapat menimbulkan masalah adalah produk dari penguraian zat nutrisi

lemak dan terutama protein yang berupa amonium ( $\text{NH}_4^+$ ) atau amoniak ( $\text{NH}_3$ ). Nitrat merupakan zat nutrisi yang dibutuhkan oleh tumbuhan untuk dapat tumbuh dan berkembang, sementara nitrit merupakan senyawa toksik yang dapat mematikan organisme air seperti makrozoobentos. Keberadaan nitrat di perairan sangat dipengaruhi oleh buangan yang dapat berasal dari industri, bahan peledak, pirotehnik dan pemupukan dan zat ini terakumulasi di dalam tubuh makrozoobentos. Secara alamiah kadar nitrat biasanya rendah namun kadar nitrat dapat menjadi tinggi sekali dalam air tanah di daerah yang diberi pupuk nitrat/nitrogen (Alaerts *et al.*, 1987). Proses oksidasi amonium menjadi nitrit dilakukan oleh jenis jenis bakteri seperti *Nitrosomonas*:



Selanjutnya nitrit oleh aktivitas bakteri dari kelompok *Nitrobacter* akan dioksidasi lebih lanjut menjadi nitrat :



(Nitrit) *Nitrobacter* (Nitrat)  
(Barus, 2004).

#### **g. Kandungan Fosfat**

Seperti halnya nitrogen, fosfor merupakan unsur penting dalam suatu ekosistem air. Zat-zat organik terutama protein mengandung gugus fosfor, misalnya ATP, yang terdapat di dalam sel makhluk hidup dan berperan penting dalam penyediaan energi bagi makrozoobentos. Dalam ekosistem fosfor terdapat dalam tiga bentuk yaitu senyawa fosfor anorganik seperti ortofosfat, senyawa organik dalam protoplasma dan sebagai senyawa organik terlarut yang terbentuk dari proses penguraian tubuh organisme (Barus, 2004).

Ortofosfat merupakan bentuk fosfat yang dapat dimanfaatkan secara langsung oleh tumbuhan akuatik, sedangkan polifosfat harus mengalami hidrolisis membentuk ortofosfat terlebih dahulu sebelum dapat dimanfaatkan sebagai sumber fosfor. Kandungan fosfat yang terdapat di perairan umumnya tidak lebih dari 0,1 mg/l, kecuali pada perairan yang menerima limbah dari rumah tangga dan industri tertentu, serta dari daerah

pertanian yang mendapat pemupukan fosfat. Oleh karena itu, perairan yang mengandung kadar fosfat yang cukup tinggi melebihi kebutuhan normal organisme akuatik akan menyebabkan terjadinya eutrofikasi dan ini ada pengaruhnya terhadap makrozoobentos.

#### **h. Substrat Dasar**

Susunan substrat dasar penting bagi organisme yang hidup di zona dasar seperti bentos, baik pada air diam maupun pada air yang mengalir (Michael, 1984). Karena jenis bentos sangat dipengaruhi oleh jenis substrat alami dan pergerakan air di danau (Hutchinson, 1993). Menurut Odum (1994) bahan organik utama yang terdapat di dalam air adalah asam amino, protein, karbohidrat, dan lemak. Komponen lain seperti asam organik, hidrokarbon, vitamin, dan hormon juga ditemukan di perairan, tetapi hanya 10% dari material organik tersebut yang mengendap sebagai substrat ke dasar perairan.

Substrat batu menyediakan tempat bagi spesies yang melekat sepanjang hidupnya, juga digunakan oleh hewan yang bergerak sebagai tempat perlindungan dari

predator. Substrat dasar yang halus seperti lumpur, pasir dan tanah liat menjadi tempat makanan dan perlindungan bagi organisme yang hidup di dasar perairan (Lailli dan Parsons, 1993). Substrat dasar yang berupa batu-batu pipih dan batu kerikil merupakan lingkungan hidup yang baik bagi makrozoobentos sehingga bisa mempunyai kepadatan dan keanekaragaman yang besar (Odum, 1994).





# BAB 3

## MAKROZOBENTOS

### A. Pengertian Organisme Makrozobentos

Bentos merupakan organisme yang melekat atau beristirahat pada dasar perairan atau di permukaan substrat dasar perairan (Odum, 1994). Bentos adalah organisme dasar perairan, baik berupa hewan maupun tumbuhan, baik yang hidup di permukaan dasar ataupun di dasar perairan. Semula bentos hanya digolongkan sebagai fitobentos dan zoobentos, tetapi Hutchinson menggolongkan bentos berdasarkan ukurannya, yaitu bentos mikroskopis atau dikenal dengan sebutan mikrobentos dan makrobentos. Menurut Lind (1979) dalam Fachrul (2007) memberikan definisi, bentos adalah semua organisme hidup pada lumpur, pasir, batu, krikil, maupun sampah organik baik di dasar perairan laut, danau, kolam, ataupun sungai, merupakan hewan

melata, menetap, menempel, memendam, dan meliang di dasar perairan tersebut.

Komunitas fauna benthik (Zoo-bentos) yang hidup di dasar perairan. Komunitas fauna terdiri dari atas lima kelompok, yaitu Mollusca, polychaeta, crustacea, echinodermata, dan kelompok lain yang terdiri atas beberapa takson kecil seperti sipunculidae, pogonophora, dan lainnya. Berdasarkan kebiasaan hidupnya, fauna benthik dapat dikelompokkan sebagai infauna, yaitu yang hidup menetap di dalam sedimen dan epifauna, yakni yang hidup menempel pada daun lamun dan di atas dasar laut (Fachrul, 2007).

Menurut Vernberg (1981) dalam Fachrul (2007) berdasarkan ukurannya bentos dibedakan menjadi: 1) Makrobentos Organisme yang hidup di dasar perairan dan tersaring oleh saringan yang berukuran matasaring 1,0 x 1,0 milimeter atau 2,0x2,0 milimeter, yang pada pertumbuhan dewasanya berukuran 3-5 milimeter. Berdasarkan letaknya dibedakan menjadi infauna dan epifauna, di bawah lumpur, sedangkan epifauna adalah kelompok makrobentos yang hidup di permukaan

substrat 2) Mesobentos Organisme yang mempunyai ukuran 0,1 - 1,0 milimeter, milimer, misalnya golongan protozoa yang berukuran besar (cildaria), cacing yang berukuran kecil dan crustaceae yang sangat kecil. 3) Mikrobentos Organisme yang mempunyai ukuran kurang dari 0,1 milimeter, misalnya protozoa. Daya tahan dan adaptasi bentos berbeda-beda anatar jenis yang satu dengan yang lainnya, yaitu ada yang tahan terhadap keadaan perairan setempat, tetapi ada pula yang tidak tahan sehingga keberadaan bentos tertentu dapat dijadikan pentunjuk dalam menialai kualitas perairan tersebut. Makrobentos merupakan organisme yang mencapai ukuran sekurangnya 3- 5 mm pada saat pertumbuhan maksimum. Organisme yang mencapai makrobentos biasanya meliputi Insekta, Moluska, Oligochaeta, Crustacea-amphipoda, Isopoda, Decapoda, dan Nematoda (Cummins, 1975).

Benthos meliputi organisme nabati (fitobentos) dan organisme hewan (zoobenthos) (Nyabakken, 1992). Pada lingkungan yang dinamis seperti sungai hewan bentos (zoobenthos) dapat memberikan gambaran

mengenai kualitas perairan, karena benthos hidup relatif menetap dan mengalami kontak langsung dengan limbah yang masuk ke habitatnya. Kelompok hewan ini dapat memberikan gambaran mengenai perubahan faktor-faktor lingkungan perairan adalah jenis-jenis yang termasuk dalam kelompok invertebrata makro. Kelompok ini lebih dikenal dengan makrozoobentos.

Bentuk luar (morfologi) makrozoobentos adalah invertebrata (hewan yang tidak memiliki tulang belakang) dan hidup menetap di dasar laut, ada yang menempel pada substrat, dan ada yang bisa merambat dalam substrat. Prinsip tubuh dari salah satu filum yang termasuk dalam hewan makrozoobentos adalah filum Mollusca, tubuh hewan ini triploblastik, bilateral simetri, umumnya memiliki mantel yang dapat menghasilkan bahan cangkok berupa kalsium karbonat (Rusyana, 2011).

Makrozoobentos dapat diklasifikasikan berdasarkan cara makanannya kedalam lima kelompok yaitu hewan pemangsa, hewan penggali, hewan pemakan detritus yang mengendap di permukaan,

hewan yang menelan makanan dari atas permukaan (Knox, 1981).

Menurut Odum (1971) berdasarkan kebiasaannya makannya, yaitu:

- 1) Filter feeder adalah hewan yang menyaring partikel-partikel detritus yang masih melayang dalam perairan. Contohnya, Balanus (Crustacea), Nereis (Polychaeta), Crepidula (Gastropoda)
- 2) Deposit feeder adalah hewan bentos yang memakan partikel-partikel detritus yang telah mengendap pada dasar perairan. Contohnya, Terella dan amphitrile (Polychaeta), Tellina dan Arba (Bivalvia)

Menurut Goltenboth (2012) makrozoobentos merupakan hewan invertebrata (hewan yang tidak memiliki tulang belakang). Komposisi umum dari invertebrate makrobentik meliputi: Tubificidae (Oligochaeta), Simuliidae (Diptera), Hydropsychidae (Trichoptera), Chironomidae (Diptera), Ephemeroptera, Plecoptera, Coleoptera, Heteroptera, Odonata, Gastropoda (Prosobranchia) Bivalvia dan Crustaceae (Decapoda)

Makrozoobentos merupakan organisme yang tinggal dalam sedimen dasar perairan atau organisme yang hidup di dasar perair. Makrozoobentos mempunyai habitat hidup yang relatif tetap, memiliki ukuran yang besar sehingga mudah untuk diidentifikasi, pergerakannya terbatas, dan hidup di dalam maupun di dasar perairan. Sifat tersebut yang menjadikan makrozoobentos baik digunakan sebagai indikator biologis di suatu perairan. Selain itu juga, kelimpahan dan keanekaragaman makrozoobentos sangat dipengaruhi oleh perubahan kualitas air dan substrat tempat hidupnya. Kelimpahan dan keanekaragaman ini sangat bergantung pada toleransi serta sensitifitasnya terhadap lingkungan sekitarnya

## **B. Makrozoobentos Sebagai Penentu Kualitas Air**

Makrozoobentos sering digunakan sebagai indikator atau penentu dalam suatu kualitas air akan mempermudah dan penafsiran tentang keadaan lingkungan perairan (sungai). Menurut Patrick (1949) dalam Odum, (1994) dalam Sinaga (2009), Suatu perairan yang sehat (belum tercemar)

akan menunjukkan jumlah individu yang seimbang dari hampir semua spesies yang ada. Sebaliknya, suatu perairan tercemar penyebaran jumlah individu tidak merata dan cenderung ada spesies yang mendominasi. Dalam mengkaji kondisi perairan, pengukuran keanekaragaman jenis organisme sering lebih baik dalam pengukuran daripada pengukuran bahan-bahan organik secara langsung. Makrozoobentos sering dipakai, karena bentos sangat peka terhadap lingkungannya dan pergerakannya juga lambat. Beberapa contoh makrozoobentos berdasarkan kepekaannya terhadap bahan pencemar (Gaufin (1958) dalam Wilhm (1975)

Makrozoobentos umumnya sangat peka terhadap perubahan lingkungan perairan yang ditempatinya, Karena itulah makrozoobentos ini sering dijadikan sebagai penentu ekologi di suatu perairan dikarenakan cara hidup, ukuran tubuh dan perbedaan kisaran toleransi di anatar spesies di dalam lingkungan perairan. Alasan pemilihan makrozoobentos sebagai penentu kualitas air menurut Wilhm (1978), dan Oey (1980) dalam Wargadinata (1995) adalah sebagai berikut: a. Mobilitas terbatas sehingga memudahkan dalam pengambilan sampel b. Ukuran tubuh relative besar sehingga memudahkan untuk identifikasi c. Hidup di dasar



perairan, relative diam sehingga secara terus menerus terdedah (exposed) oleh air sekitarnya. d. Pendedahan yang terus menerus mengakibatkan makrozoobentos di pengaruhi oleh keadaan lingkungan. Menurut Rini (2011) bahwa keuntungan dari menggunakan makrozoobentos sebagai penentu uji kualitas air adalah makrozoobentos hidup melekat pada tanah atau di dalam tanah motilitasnya rendah sehingga hewan tidak mudah bergerak dan pindah. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah BBI dimana dengan metode ini menunjukkan kualitas air secara jelas. Penentu dalam memantau kualitas air digunakan kombinasi parameter fisika, kimia, dan biologi, tetapi yang sering digunakan hanyalah parameter fisika dan kimia. Parameter biologi jarang digunakan sebagai parameter penentu pencemaran. Pengukuran parameter fisika dan kimia hanya memberikan gambaran kualitas lingkungan sesaat. Indikator biologi digunakan untuk menilai secara makro perubahan keseimbangan ekologi, khususnya ekosistem akibat pengaruh limbah. Dibandingkan dengan menggunakan parameter fisika dan kimia, indikator biologi dapat memantau secara berkelanjutan. Hal ini karena komunitas biota perairan (flora dan fauna) menghabiskan seluruh hidupnya di lingkungan tersebut,

Sehingga bila terjadi pencemaran akan bersifat akumulasi aau penimbunan bahan pencemar (Verheyen, 2000). Menurut Rahayu (2009) jenis kelompok makrozoobentos yang dapat dijadikan penentu kualitas air di atas, dapat di kelompokkan berdasarkan metode Biomonitoring atau pemantuan kualitas air dengan menggunakan indikator biologis. Metode Biomonitoring dengan memanfaatkan respon biologis secara sistemis, dengan tujuan mengetahui perubahan lingkungan yang digunakan sebagai penentu kualitas air, salah satunya adalah makrozoobentos atau makroinvertebrata. Biotik indeks merupakan cara yang digunakan untuk metode Biomonitoring ini, dengan mengklasifikasikan setiap temuan individu. Perhitungan yang dapat dilakukan dalam metode Biomonitoring adalah Perhitungan Indeks Biotik BISEL (BBI), didasarkan pada frekuensi yang ditemukan dan jumlah taksa dari tujuh kelompok Makroinvetebrata indikator

### **C. Ekosistem Air Tawar**

Sistem perairan yang menutupi tiga per empat bagian dari permukaan bumi dibagi dalam dua katagori utama, yaitu ekosistem air tawar dan ekosistem air laut. Dari kedua sistem perairan tersebut air laut mempunyai

bagian yang paling besar yaitu lebih dari 97%, sisanya adalah air tawar yang sangat penting artinya bagi manusia untuk aktivitas hidupnya (Barus, 1996 dalam Yazwar).

Menurut McNaughton (1979) ekosistem perairan tawar secara umum dibagi menjadi dua yaitu perairan perairan menggenang (lentic water) dan perairan mengalir (lotic water). Perairan menggenang disebut juga perairan tenang yaitu perairan dimana aliran air lambat atau bahkan tidak ada dan massa air terakumulasi dalam periode waktu yang lama, contohnya adalah waduk, rawa, danau dan lain-lain. Perairan lotik dicirikan adanya arus yang terus menerus dengan kecepatan bervariasi sehingga perpindahan massa air berlangsung terus menerus, contohnya antara lain: sungai, kali, kanal, parit, dan lain-lain.

Sungai merupakan salah satu ekosistem lotik (perairan mengalir) memiliki fungsi sebagai tempat hidup organisme (Nangin, 2015). Sungai sebagai salah satu jenis media hidup bagi organisme perairan, seringkali tidak dapat terhindarkan dari masalah penurunan kualitas perairan sebagai akibat dari perkembangan aktivitas

manusia, seperti adanya aktivitas perindustrian yang berdiri disekitar daerah aliran sungai. Perairan sungai Sudimoro kabupaten Mojokerto merupakan salah satu contoh sungai yang mempunyai aktivitas perindustrian di daerah sekitar alirannya (Rudiyanti, 2009).

Sungai adalah salah satu sumber daya alam yang sering digunakan masyarakat untuk kegiatan sehari-hari. Peran sungai disetiap tempat sangat penting untuk keseharian masyarakat. Tidak semua sungai memenuhi baku mutu yang layak digunakan masyarakat, karena masih banyak pencemaran sungai terjadi akibat ulah dari setiap individu (Putra, 2014).

#### **D. Klasifikasi Makrozoobentos**

Makrozoobentos yang diidentifikasi dalam risetini terdiri dari 3 Filum invertebrata yaitu : Annelida yang terdiri dari 2 kelas, Arthropoda yang terdiri dari 1 kelas dan Molusca yang terdiri dari 1 kelas, seperti yang tertera pada (Tabel 1).

Tabel 2 Klasifikasi Makrozoobentos pada setiap Stasiun Riset di Sungai Bilah Rantau Prapat

No	Filum	Kelas	Ordo	Famili	Spesies		
1	Annelida	Oligochaeta	Haplotaxida	Tubificidae	<i>Tubifex</i> sp.		
2		Polychaeta	Errantia	Serpulidae	<i>Neanthes</i> sp.		
3	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Chironomus</i> sp.		
4			Odonata	Aeshinidae	<i>Boyeria</i> sp.		
5				Gomphidae	<i>Gomphus</i> sp.		
6				Coenagrionidae	<i>Argia</i> sp.		
7				Libellulidae	<i>Miathyria</i> sp.		
8			Hemiptera	Naucoridae	<i>Pelocoris</i> sp.		
9					<i>Naucorinae</i> sp.		
10			Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Paraleptophlebia</i> sp.		
11			Moluska	Gastropoda	Megastropoda	Pleuroceridae	<i>Pleurocera</i> sp.
12						Pleuroceridae	<i>Goniobasis</i> sp.

## E. Ciri Morfologi

### 1) *Tubifex* sp

Tubuh Cacing *Tubifex* sp berukuran kecil, ramping, bulat, dan terdiri atas 30-60 segmen. Tubuh Cacing *Tubifex* sp terdiri dari dua lapisan otot yang membujur dan melingkar sepanjang tubuhnya. Panjangnya antara 10-30 mm dengan warna tubuh kemerah-merahan. Habitatnya di tempat pasir berlumpur.



Gambar 2. *Tubifex* sp..

### 2) *Neanthes* sp.

Tubuh panjang, pada prostomium terdapat sepasang palp, sepasang antena, dan 2 pasang mata pada peristomium terdapat 4 pasang cirri pharing dengan 2 buah rahang besar. Ukurang tubuh 5-25 cm warna tubuh hitam kecoklatan. Habitatnya di tempat pasir berlumpur.



Gambar 3. *Neanthes sp.*

### 3) *Chironomus sp*

Larva *Chironomus* panjang merah belatung cacing (bloodworms). Cacing ini mengandung mycogloblin yang membantu mereka hidup di air stagnan. Habitatnya di tempat berlumpur.



Gambar 4. *Chironomus*

### 4) *Boyeria sp*

Lebar sayap mencapai 95 mm dengan panjang 71 mm. Ini adalah spesies samar, jantan adalah berwarna hijau dan betina adalah berwarna kecoklatan. Matanya adalah berwarna hijau. Habitatnya di tempat pasir berlumpur.



*Gambar 5. Boyeria sp*

### **5) Gomphus sp.**

Insekta dengan tubuh panjang dan ramping, sayap memanjang dan bervena banyak serta membrannya, sayap depan dan belakang hampir sama dalam bentuk dan ukuran. Habitatnya di pasir berlumpur.



*Gambar 6. Gomphus sp*

### **6) Argia sp**

Memiliki insang sekitar setengah luas panjang kepala, tidak ada setaemental, dengan air 1-4 setae labial lateral, berdiri dan lambat dan didistribusikan secara lambat. Habitatnya di pasir berlumpur halus.





*Gambar 7. Argia sp*

### **7) *Miathyria sp***

Memiliki hook punggung pada segmen perut kedelapan, labium dengan 7 lateral dan 9 sampai 11 setae perapian, tubuhnya berwarna coklat kehitaman, memiliki panjang 6-12cm. Habitatnya ditempat yang berlumpur.



*Gambar 8. Miathyria sp*

### **8) *Pelocoris sp***

Margin dalam mata anterior konvergen, bentuk tubuh sangat cembung, berwarna kuning kecoklatan dan

mempunyai sepasang mata. Habitatnya di tempat berlumpur halus.



*Gambar 9. Pelocoris sp*

### **9) Naucorinae sp**

Insekta ini memiliki panjang tubuh 0,6 mm, warna kuning kecoklatan, mempunyai mata sepasang mata yang besar dan memiliki\dua antenna. Habitatnya di tempat pasir berlumpur.



*Gambar 10. Naucorinae sp*

### **10) Paraleptophlebia sp**

Insekta dengan tubuh memanjang kecil, memiliki mata yang besar, memiliki sayap dan bentuk ekornya

memanjang yang akan berfungsi sebagai pergerakan.

Habitatnya di tempat berlumpur.



*Gambar 11. Paraleptophlebia*

### **11) Pleurocera sp**

Cangkangnya mempunyai lekukan-lekukan dengan jumlah 5 dan ukuran cangkang 5-10 cm dari bawah besar dan keatas semakin kecil dan meruncing, warna coklat kekuningan mempunyai 2 tentakel dan sepasang mata, daging tubuh yang lunak. Habitatnya di tempat bebatuan dan pasir berlumpur.



*Gambar 12. Pleurocera sp*

## 12) *Goniobasis sp.*

Ukuran tubuh berkisar 3-8 cm, bagian bawah cangkangnya lebih besar dan keatas meruncing dan kecil, warna coklat kehitaman dan cangkang bulat panjang, mata terdapat pada dasar tentakel. Habitatnya ditempat bebatuan dan pasir berlumpur.



Gambar 13. *Goniobasis sp*

## **F. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kualitas Air berdasarkan Makrozoobentos**

Kehidupan biota melakukan penyebaran baik jenis dan komunitas pada makroinvertebrata. Suatu komunitas biota banyak atau sedikitnya ditentukan oleh sifat fisika kimia dan biologis perairan. Sifat fisika kimia pada perairan sungai sangat penting bagi suatu ekologi, oleh karena itu, selain melakukan pengamatan terhadap faktor biotik seperti pada makrozoobentos, perlu juga dilakukan

pengamatan parameter fisika suatu perairan. Sifat fisisk dari perairan seperti suhu, dan kekeruhan. Sifat kimia dari perairan seperti derajat keasamaan (pH), Biochemical Oxygen Demand (BOD), dan Chemical Oxygen Demand (COD)

## **1. Suhu**

Suhu merupakan suatu ukuran yang menunjukkan derajat panas benda, Suhu biasa di gambarkan sebagai ukuran energi gerakan molekul. Suhu sangat berperan dalam mengendalikan kondisi ekosistem suatu perairan. Suhu sangat mempengaruhi segala proses yang terjadi di perairan baik fisika, kimia dan biologi badan air. Suhu juga mengatur proses kehidupan dan penyebaran organisme (Nybakken, 1992). Suhu di alam dapat menjadi faktor penentu atau pengendali kehidupan flora dan fauna akuatis, terutama suhu di dalam air yang telah melampaui ambang batas terlalu panas atau terlalu dingin bagi kehidupan flora dan fauna akuatik. Kelarutan berbagai jenis gas di dalam air serta semua aktivitas biologi dan fisiologi.

Suhu yang mempunyai pengaruh besar terhadap kelarutan oksigen di dalam suatu perairan, apabila suhu

air naik maka kelarutan oksigen didalam air menurun. Bersamaan dengan meningkatnya suhu juga akan meningkatkan aktifitas metabolisme akuatik sehingga kebutuhan akan oksigen juga meningkat (Sinaga, 2009).

## **2. Kekeruhan**

Kekeruhan air pada umumnya disebabkan oleh adanya bahan-bahan resuspensi dan senyawa koloid partikel-partikel lumpul, pasir, bahan organik dan anorganik, plankton serta organisme mikroskopis lainnya di dalam air (Boyd 1982 dalam christianto, 2002). Kekeruhan menggambarkan sifat optik air terhadap transmisi cahaya dimana kekeruhan membatasi masuknya cahaya kedalam sungai. Semakin keruh air, semakin tinggi daya hantar listriknya dan banyak pula padatnya.

## **3. Debit air**

Debit air sungai adalah jumlah air yang mengalir dari suatu penampang tertentu (sungai, saluran, mata air) persatuan waktu (L/s). Dalam kegiatan pengukuran debit air Sungai Cisalak ini digunakan metoda Apung. Metode ini adalah metode tidak langsung dalam pengukuran debit air, karena hanya kecepatan aliran yang diukur, yaitu dengan mengukur waktu yang dibutuhkan benda apung untuk

melewati jarak yang telah di tentukan pada suatu aliran sungai. Metode ini juga tidak membutuhkan peralatan yang khusus, tetapi dapat memperoleh hasil yang layak (Sumantry, 2012).

Kecepatan aliran merupakan hasil bagi antara jarak lintasan dengan waktu tempuh. Setelah didapatkan luas penampang (A) dan kecepatan aliran (V) dapat dihitung debit yang merupakan jumlah total debit aliran pada setiap penampang.

#### **4. Derajat keasaman (pH)**

Derajat keasaman (pH) merupakan suatu ukuran dari konsentrasi dari ion hydrogen dan menunjukkan suasana air tersebut apakah asam atau basah, pada pH7 air dikatan tidak bersifat asam atau basah (alkali). Bila pH dibawah 7 berarti asam dan bila diatas 7 berarti basah. Pengaruh perubahan pH secara langsung dapat meningkatkan daya racun ammonia dan unsure logam dalam air (Risky, 2010). Organisme perairan mempunyai kemampuan berbeda dalam menolerir pH perairan. Batasan toleransi organisme terhadap pH bervariasi dan di pengaruhi banyak faktor antara lain suhu, oksigen terlarut,

alkalinitas, adanya berbagai anion dan kation serta jenis dan stadia organisme (Pescood, 1973)

## **5. Biochemical Oxygen Demand (BOD)**

Kebutuhan oksigen biologi (BOD) didefinisikan sebagai banyaknya oksigen yang diperlukan oleh organisme pada saat pemecahan bahan organik, pada kondisi aerobik. Pemecahan bahan organik diartikan bahwa bahan organik ini digunakan oleh organisme sebagai bahan makanan dan energinya diperoleh dari proses oksidasi (PESCOD, 1973). Parameter BOD, secara umum banyak dipakai untuk menentukan tingkat pencemaran air buangan. Penentuan BOD sangat penting untuk menelusuri aliran pencemaran dari tingkat hulu ke muara.

Penentuan BOD merupakan suatu prosedur biasayang menyangkut pengukuran banyaknya oksigen yang digunakan oleh organisme selama organisme tersebut menguraikan bahan organik yang ada dalam suatu perairan, pada kondisi yang harnpir sama dengan kondisi yang ada di alam. Selama pemeriksaan BOD, sampel yang di periksa harus bebas dari udara luar untuk rnencegah kontaminasi dari oksigen yang ada di udara bebas.



Konsentrasi air buangan atau sampel tersebut juga harus berada pada suatu tingkat pencemaran tertentu, hal ini untuk menjaga supaya oksigen terlarut selalu ada selama pemeriksaan.

Hal ini penting diperhatikan mengingat kelarutan oksigen dalam air terbatas dan hanya berkisar  $\pm 9$  ppm pada suhu  $20^{\circ}\text{C}$  (Sawyer, 1978).

## **6. Chemical Oxygen Demand (COD)**

Chemical oxygen demand merupakan jumlah oksigen yang dibutuhkan dalam proses oksidasi kimia yang dinyatakan dalam  $\text{mg O}_2/\text{l}$ . Dengan mengukur nilai COD akan diperoleh nilai yang menyatakan jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk proses oksidasi terhadap total senyawa organik baik yang mudah diuraikan secara biologis maupun terhadap yang sukar atau tidak bisa diuraikan secara biologis (Barus, 1996). Chemical oxygen demand erat kaitannya dengan BOD.

Banyak zat organik yang tidak mengalami penguraian biologi secara cepat berdasarkan pengujiannya tetapi senyawa-senyawa organik itu tetap menurunkan kualitas air, karena itu perlu diketahui konsentrasi organik dalam limbah dan setelah masuk dalam perairan. Untuk itulah tujuan diadakannya uji COD.

*Arman Harahap (2022)*

Pengujian COD dilakukan dengan mengambil contoh dengan volume tertentu yang jumlahnya sedikit diatas yang diperlukan.

## BAB 4

# MAKROZOOBENTOS DI SUNGAI BILAH

### A. Sungai Bilah

Sungai Bilah adalah sebuah sungai yang berada di Kabupaten Labuhanbatu, propinsi Sumatera Utara. Merupakan daerah aliran sungai terbesar yang membelah Kota Rantauprapat. Dibandingkan dengan sungai-sungai lainnya yang ada di Labuhanbatu, Sungai Bilah sangat berperan dalam kehidupan masyarakat.

Sejak dulu sangat vital bagi perekonomian masyarakat, sebab menjadi urat nadi transportasi masyarakat pada masa lalu. Beberapa kampung yang ada sekarang awalnya juga terbentuk akibat keberadaan sungai Bilah ini. Pada masa itu, warga memanfaatkan sungai bilah sebagai jalur perhubungan dengan menggunakan sampan atau bot. Dan menurut cerita, sungai ini dulunya sering dilalui bot yang berukuran besar terutama di bagian hilir di Negeri Lama.

Sungai Bilah merupakan sungai yang terbesar dan terpanjang di daerah ini. Melalui 6 kecamatan, antara lain Kecamatan Bilah Barat, rantau Utara, rantau selatan, Pangkatan, Bilah Hilir dan Panai Hulu. Hutan di sepanjang sungai bilah lebih banyak perkebunan rakyat, mulai dari buah-buahan, tanaman palawija, karet dan kelapa sawit.

Sungai Bilah berhulu di bukit barisan dan bermuara ke sungai Barumon di Daerah Tanjung Sarang Elang dekat Labuhanbilik yang akhirnya mengalir ke Selat Malaka atau Selat Sumatera. Sampai saat ini sudah tiga jembatan yang dibangun di atas sungai ini, 2 diantaranya di Kota Rantauprapat, yang merupakan jembatan yang dilalui jalan negara lalu lintas timur Sumatera. Yang 1 lagi di desa Sungai Tampang Kecamatan Bilah Hilir yang dibangun untuk menghubungkan jalan dari Rantauprapat-Negeri Lama-Kampung Mesjid Kecamatan Kualuh Hilir.

Kedalaman sungai ini berkisar 2 hingga 8 meter. Bagi sebagian masyarakat manfaat sungai Bilah sangat berarti, sebab sungai ini menjadi ladang pendapatan terutama bagi nelayan. Dulu kabarnya sungai ini banyak menghasilkan ikan dan udang, terutama di sebelah hilir, sangat terkenal menghasilkan ikan dan udang galah. Dan

salah satu ikan yang khas didapat di sungai ini adalah ikan gamak.

Sementara itu, manfaat lainnya adalah sumber penambangan galian C pasir dan kerikil yang tiada habisnya sejak dulu hingga sekarang. Selain penambangan secara tradisonal, beberapa tahun terakhir di bantaran sungai Bilah telah banyak beroperasi usaha galian C yang menggunakan mesin penyedot pasir. Boleh dikatakan, hampir 90 % bangunan yang ada di daerah kabupaten Labuhanbatu ini memanfaatkan pasir yang berasal dari sungai ini.

## **B. Kepadatan Bentos, Kepadatan Relatif dan Frekuensi Kehadiran pada setiap stasiun riset**

Berdasarkan Tabel 2. dapat diketahui bahwa komposisi dan jumlah makrozoobentos di stasiun 1 memiliki jumlah individu tertinggi sedang di stasiun 2 memiliki jumlah individu terendah. Hal ini disebabkan pada Stasiun 1 tidak terdapat aktifitas masyarakat yang berlangsung, sehingga jumlah makrozoobentos terdapat lebih banyak bila dibandingkan dengan Stasiun lainnya. dan pada stasiun 2 aktifitas masyarakat ada dijumpai yaitu seperti penambangan pasir, lahan pertanian dan limbah

rumah tangga. Kelas insecta yang ditemukan adalah *Argia* sp, ditemukan di stasiun 2,3 dan 4. *Boveria* sp,di temukan di stasiun 4 dan 5. *Chironomus* sp,ditemukan di stasiun 1,2,3,4,dan 5. *Ghompus* sp,di stasiun 1,2,dan 3. *Miathyria* sp, di stasiun1,2,4 dan 5. *Naucorinae* sp ditemukan di stasiun 2,3 dan 5. *Paraleptophlebia* sp di temukan di stasiun 2,4 dan 5. *Pelocoris* sp di temukan di stasiun 1,2 dan 5. *Pleurocera* sp ditemukan di stasiun 1 dan 4. Insecta yang ditemukan setiap stasiun berbeda-beda dan jumlah genus yang ditemukan sebanyak 9 genus dan Insecta yang mempunyai habitat di permukaan batu dan kerikil (Handayani *et al*, 2000) dan insecta yang ditemukan di perairan yang mengalami peningkatan kesuburan (Rini, 2007).

Gastropoda yang ditemukan terdiri dari *Goniobasis* sp., *Neanthes* sp, *Tubifex* sp. Kelas Gastropoda ditemukan disetiap stasiun risetdengan kelimpahan tertinggi di stasiun 1 yang memiliki substrat dasar pasir berlumpur. Menurut Handayani *et al*,.(2000) Gastropoda merupakan organisme yang mempunyai penyebaran yang luas di substrat berbatu, berpasir maupun berlumpur tetapi organisme ini cenderung menyukai substrat dasar pasir dan sedikit berlumpur.

Berdasarkan data makrozoobentos yang diperoleh pada setiap stasiun penelitian, maka didapatkan nilai kepadatan populasi, kepadatan relatif dan frekuensi kehadiran seperti tertera pada Tabel 4.2 yaitu pada stasiun I nilai kepadatan yang tertinggi adalah *Tubifex* sp. dengan nilai kepadatan populasi 18,519 individu/m<sup>2</sup>, kerapatan relatif 25,862% dan frekuensi kehadiran 55,555%. distasiun 3,4 dan 5. di stasiun 2 nilai kepadatan tertinggi adalah *Tubifex* sp. dengan nilai kepadatan populasi 18,519 individu/m<sup>2</sup>, kepadatan relatif 25,862% dan frekuensi 55,555%.

*Tubifex* sp. merupakan Gastropoda yang memiliki kepadatan tertinggi di stasiun 1 dan dijumpai pada setiap stasiun penelitian. Hal ini disebabkan oleh katahanannya terhadap polutan, sehingga kemampuan untuk hidup sangat tinggi. Menurut Dillon (2000) *Goniobasis* sp. hidup di aliran sungai dan danau di batu dan substrat yang keras, tetapi dapat pula ditemukan pada substrat halus dan pada vegetasi sebagai perifiton. Selanjutnya Hutchinson (1993), menyatakan bahwa Gastropoda melimpah pada perairan dengan substrat dasar berpasir.

*Goniobasis* sp. merupakan Gastropoda yang memiliki kepadatan tertinggi di stasiun 5 dan dijumpai

pada setiap stasiun penelitian. Hal ini disebabkan oleh keadaan Sungai Bilah Tersebut memiliki bebatuan, substrat yg halus dan berpasir. Menurut Dillon (2000) *Goniobasis* sp. hidup di aliran sungai dan danau di batu dan substrat yang keras, tetapi dapat pula ditemukan pada substrat halus dan pada vegetasi sebagai perifiton. Selanjutnya Hutchinson (1993), menyatakan bahwa Gastropoda melimpah pada perairan dengan substrat dasar berpasir.

*Argia* sp. hanya dijumpai pada stasiun 2,3 dan 4 hal ini terjadi karena kondisi substrat yang cocok dan faktor fisika kimia bagi kehidupannya. Begitu juga *Boyeria* sp. dijumpai pada stasiun 4 dan 5 dikarenakan daerah ini merupakan hal yang toleran bagi kehidupannya karena substrat dasar yang berpasir dan sedikit berlumpur. Indeks Keanekaragaman ( $H'$ ) dan Keseragaman (E) Makrozoobentos

Menurut Sahri *et al.*, (2000) substrat berlumpur halus dan batuan merupakan habitat yang paling baik bagi makrozoobentos untuk mendapatkan makanan, berlindung dari arus dan melekatkan diri sedangkan substrat kerikil dengan pasir sangat mudah terbawa oleh arus air sehingga sulit bagi makrozoobentos untuk melekatkan diri ataupun menetap pada substrat tersebut.



Browen *et al.*, (1990) menyatakan bahwa suatu komunitas dikatakan mempunyai keanekaragaman spesies yang tinggi apabila terdapat banyak spesies dengan jumlah individu masing-masing. Spesies relatif merata. Dengan kata lain bahwa apabila suatu komunitas hanya terdiri dari sedikit spesies dengan jumlah individu yang tidak merata, maka komunitas tersebut mempunyai keanekaragaman yang rendah.

Nilai Indeks Diversitas Shannon-Wiener ( $H'$ ) yang terendah terdapat pada stasiun 5, yakni sebesar 0,965. Rendahnya nilai indeks keanekaragaman ini karena melimpahnya jumlah dari *Goniobasis* sp. sehingga menyebabkan penyebaran jumlah dari individu pada setiap spesiesnya tidak merata. Menurut Odum (1994) keanekaragaman jenis dipengaruhi oleh pembagian atau penyebaran individu dari tiap jenisnya, karena suatu komunitas walaupun banyak jenis tetapi bila penyebaran individunya tidak merata maka keanekaragaman jenisnya rendah. Berdasarkan Indeks Diversitas Shannon Wiener ( $H'$ ) dari makrozoobentos pada masing-masing lokasi risetyang diamati, dapat dibuat klasifikasi derajat pencemaran lingkungannya. Menurut Sastrawijaya (2000)

klasifikasi derajat pencemaran air berdasarkan indeks diversitas dapat digolongkan sebagai berikut:

$H' < 1,0$  : Tercemar Berat

$H' = 1,0-1,6$  : Tercemar Sedang

$H' = 1,6-2,0$  : Tercemar Ringan

$H' > 2,0$  : Tidak Tercemar

Berdasarkan pengelompokan tersebut beserta data yang diperoleh, stasiun 1 termasuk ke dalam kelompok perairan yang tidak tercemar dengan indeks diversitas 2,052, sedangkan stasiun 2, 3, 4 dan 5 dengan indeks diversitasnya 1,632 termasuk kedalam kelompok tercemar ringan, hal ini diduga karena di sekitar sungai bilah terdapat banyak aktifitas masyarakat, seperti pemandian, pertanian, dan penambangan pasir. sehingga limbah yang masuk keperairan ini cenderung berupa bahan pencemaran organik yang pada akhirnya dapat mempengaruhi kontribusi nilai indeks keanekaragaman makrozoobentos. Pada kondisi seperti ini hanya Gastropoda yang mempunyai kisaran penyebaran yang luas mendominasi perairan di stasiun 1. kehadiran Insecta diduga perairan ini telah mengalami tekanan atau pencemaran. Hal ini sesuai dengan pendapat Rini (2007) yang menggolong Insecta dalam status organisme toleran

yang merupakan indikator kunci dalam menentukan tingkat pencemaran di perairan.

Nilai keseragaman menunjukkan adanya dominasi yang nyata, Nilai Indeks Keseragaman (E) yang diperoleh dari lima stasiun riset berkisar antara 0,891-0,539. Indeks keseragaman yang tertinggi terdapat pada stasiun 2 sebesar 0,911 dan terendah pada stasiun 5 sebesar 0,539. Pada stasiun 1, 2, 3, 4 jumlah spesies dari masing-masing spesies yang diperoleh selalu yang mendominasi, seluruh jenisnya tidak menyebar secara merata. Pada stasiun 5 terdapat spesies yang jumlahnya sedikit dan terdapat spesies yang jumlahnya mendominasi yaitu *Goniobasis* sp.

Menurut Krebs (1985) nilai Indeks Keseragaman (E) berkisar antara 0-1. Jika nilai indeks keseragaman mendekati 0 berarti keseragamannya rendah karena ada jenis yang mendominasi. Bila ini mendekati 1, maka keseragaman tinggi dan menggambarkan tidak ada jenis yang mendominasi sehingga pembagian jumlah individu pada masing-masing jenis sangat seragam atau merata. Nilai indeks keseragaman di sungai bilah Rantauprapat pada lima stasiun riset umumnya memperlihatkan nilai keseragaman yang hampir mendekati nilai yang maksimum dengan kata lain penyebaran populasi

makrozoobentos cukup baik, ditunjukkan dengan masih banyaknya jenis makrozoobentos yang ditemukan pada setiap stasiun meskipun pada stasiun tertentu terjadi pendominasian jenis tertentu. Hal ini mungkin berkaitan dengan keadaan perairan ataupun jenis substratnya yang mungkin kurang mendukung populasinya.



## BAB 5

# ANALISIS STUDI MAKROZOOBENTOS DI SUNGAI BILAH

### A. Indeks Biotik

Untuk mengetahui distribusi invertebrata dalam kaitannya dengan kualitas air dan untuk membagi organisme menjadi tiga kelas berdasarkan kemampuan mereka untuk mentolerir organik, di bawah ini adalah contoh beberapa invertebrata yang sudah di kelompokkan menjadi tiga kelas yaitu terdapat dalam Tabel 5 dibawah ini.

*Tabel 3 Jumlah invertebrata yang dikelompokkan menjadi tiga kelas berdasarkan Indeks Biotik*

No.	Spesies	Jumlah	Kelas
1	<i>Argia</i> sp	10	II
2	<i>Boyeria</i> sp	13	II
3	<i>Chironomus</i> sp	27	III
4	<i>Gomphus</i> sp	17	II
5	<i>Miathyria</i> sp	17	II
6	<i>Naucorinae</i> sp	12	III
7	<i>Paraleptophlebia</i> sp	3	I
8	<i>Pelocoris</i> sp	5	III

9	<i>Pleurocera</i> sp	3	III
10	<i>Goniobassis</i> sp	38	III
11	<i>Neanthes</i> sp	43	III
12	<i>Tubifex</i> sp	47	III

Ket : Indeks biotik = 2 (n Kelas I) + (n Kelas II)

$$= 2 (3) + (57)$$

$$= 120$$

$IB \geq 10$  = Tidak Tercemar

$3 \leq IB \leq 9$  = Tercemar Sedang

$0 \geq IB \leq 2$  = Tercemar Berat

Dari hasil penghitungan untuk mengetahui distribusi invertebrata, yaitu terdapat tujuh spesies yang termasuk kedalam kelas III, empat spesies yang termasuk ke dalam Kelas II dan satu spesies yang termasuk ke dalam Kelas I. dari data diatas dapat disimpulkan bahwa distribusi invertebrata dalam kaitannya dengan kualitas air termasuk golongan tidak tercemar.

## B. Nilai Indeks Similaritas

Berdasarkan analisis data diperoleh nilai Indeks Similaritas (IS) makrozoobentos pada masing-masing stasiun. Nilai Indeks Similaritas (IS) yang diperoleh pada 5 stasiun riset berkisar antara 62,5%-84,21%.

*Tabel 4 Nilai Indeks Similaritas Makrozoobentos Sungai Bilah.*

STASIUN	1	2	3	4	5
1	-	77.78 %	66.67%	70.59%	70.59%
2	-	-	82.35%	73.68%	84.21%
3	-	-	-	62.5%	62.5%
4	-	-	-	-	77.78%
5	-	-	-	-	-

Nilai Indeks Similaritas (IS) tertinggi terdapat pada stasiun 5 berdasarkan Indeks Similaritas dari makrozoobentos pada masing-masing lokasi riset yang diamati, dapat dibuat klasifikasi lokasi riset sebagai berikut:

IS= 75-100 : sangat mirip

50-75 : mirip

25-50 : tidak mirip

18<25 : sangat tidak mirip.

Dari tabel 6 di atas dapat dilihat bahwa indeks similaritas antara stasiun 1 dan 2 sebesar 77,78%, stasiun 1 dan 3 sebesar 66,67%, stasiun 1 dan 4 sebesar 70,59%,



atasium 1 dan 5 sebesar 70,59%. Hal ini dapat disimpulkan bahwa indeks similaritas antara stasiun 1 dan 5 tergolong mirip. Kemudian stasiun 2 dan 3 sebesar 82,35%, 2 dan 4 sebesar 73,68%, 2 dan 5 sebesar 84,21% tergolong mirip. Hal ini disebabkan karena beberapa faktor fisik kimia perairan antara stasiun tersebut cukup mirip. Stasiun 3 dan 4 sebesar 62,5%, stasiun 3 dan 5 sebesar 62,5%. Dan stasiun 4 dan 5 sebesar 77,78% tergolong mirip. Hal ini disebabkan karena beberapa faktor fisik kimia perairan antara stasiun tersebut juga mirip.

Menurut Barbour (1987) dalam Setiadi (2005) kondisi mikrositus yang relatif homogen akan ditempati oleh individu dari jenis yang sama karena spesies tersebut secara alami telah mengembangkan mekanisme adaptasi dan toleransi terhadap habitatnya. Suin (2002) mengatakan bahwa kesamaan tertinggi yang dapat dicapai antara 2 habitat yang dibandingkan adalah 100% jika pada kedua habitat itu hidup jenis hewan yang sama. Menurut Krebs (1985) semakin besar indeks similiritas maka jenis yang sama pada lokasi berbeda semakin banyak.

### C. Nilai Distribusi Morisita (Id)

Data mengenai bagaimana sebaran ataupun distribusi seluruh jenis makrozoobentos yang terdapat di sungai bilah Rantauprapat yang ditunjukkan oleh nilai distribusi Morisita (Id). terdapat pada tabel 7.

Tabel 5 Nilai Distribusi Indeks Morista

No.	Genus	Indeks Morista	Keterangan
1	<i>Argia</i> sp	0	Acak
2	<i>Boyeria</i> sp	3,24	Bergerombol
3	<i>Chironomus</i> sp	0,64	Normal
4	<i>Gomphus</i> sp	0,98	Normal
5	<i>Miathyria</i> sp	0,66	Normal
6	<i>Naucorinae</i> sp	0	Acak
7	<i>Paraleptophlebia</i> sp	0	Acak
8	<i>Pelocoris</i> sp	0	Acak
9	<i>Pleurocera</i> sp	0	Acak
10	<i>Goniobassis</i> sp	0,89	Normal
11	<i>Neanthes</i> sp	1,28	Bergerombol
12	<i>Tubifex</i> sp	0,33	Normal

Dengan kriteria sebagai berikut:

Id = 0 distribusi acak atau random

Id > 1 distribusi bergerombol

Id < 1 distribusi normal

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa sebaran Makrozoobentos yang terdapat di sungai bilah sangat bervariasi yaitu ada lima spesies yang hidupnya secara acak, kemudian ada dua spesies yang sebarannya bergerombol, dan ada empat spesies lagi yang sebarannya normal. Hal ini disebabkan oleh makrozoobentos tersebut memilih hidup pada habitat yang sesuai pada perairan baik dari segi faktor fisik-kimia perairan maupun tersedianya Nutrisi.

Menurut Suwondo *et al.*, (2004) mengelompoknya jenis Gastropoda diduga karena sifatnya yang hidup bergerombol, seragam dan menempel pada satu tempat sepanjang waktu. Suin (2002) menyatakan bahwa factor fisika dan kimia yang hampir merata pada suatu habitat serta tersedianya makanan bagi organisme yang hidup di dalamnya sangat menentukan organisme tersebut hidup berkelompok atau acak maupun normal.

#### **D. Pengukuran Parameter Lingkungan Fisika Kimia Air**

Berdasarkan risetyang dilakukan pada kelima stasiun risetdi perairan sungai bilah Rantauprapat

diperoleh nilai rata-rata factor fisika kimia pada sebagai berikut:

*Tabel 6 Nilai Rata-rata Parameter Lingkungan yang Diukur pada Masing-masing Lokasi Pengambilan Sampel*

NO	Parameter	Satuan	Stasiun				
			1	2	3	4	5
1	Suhu	°C	23,5	23	24,5	24,5	24
2	DO	mg/l	7,2	7,2	7,1	7,1	6,9
3	BOD <sub>5</sub>	mg/l	5	4,4	3,6	3,1	2,9
4	NO <sub>3</sub>	Mg/l	2,248	1,164	1,325	0,386	0,762
5	PO <sub>4</sub>	Mg/l	0,614	0,473	0,412	0,386	0,258
6	pH Air	-	7,8	7,8	8	8,1	8,1
7	COD	mg/l	72,12	64,48	68,12	59,02	49,92
8	Substrat	%	8,153	2,317	3,383	5,644	5,017
9	Penetrasi Cahaya	M	0,15	0,2	0,13	0,13	0,13
10	Kejenuhan Oksigen	%	86,53	85,91	86,79	86,79	83,63
11	TSS	Mg/l	164	128	142	138	112
12	TDS	Mg/l	46	38	40	40	36

Pada Tabel 8, dapat dilihat bahwa suhu air pada lima stasiun riset berkisar antara 23 – 24,5°C Suhu pada lima stasiun tersebut relatif sama, tidak mengalami fluktuasi, karena keadaan cuaca pada saat pengukuran suhu relatif sama, sehingga suhu tidak mengalami perubahan. Secara umum kisaran suhu tersebut

merupakan kisaran normal bagi makhluk hidup perairan termasuk makrozoobentos. Fluktuasi suhu diperairan tropis umumnya sepanjang tahun mempunyai fluktuasi suhu udara yang tidak terlalu tinggi sehingga mengakibatkan fluktuasi suhu air juga tidak terlalu besar (Barus, 2004). Nilai suhu diperairan sungai bilah jika dibandingkan dengan kriteria Baku Mutu Air kelas I dan kelas II berdasarkan PP Nomor 82 Tahun 2011 masih layak dipergunakan untuk keperluan rumah tangga, perikanan, peternakan dan pertanian sebab suhu diperairan tersebut masih dalam batas yang dapat ditolerir.

Nilai oksigen terlarut (DO) yang diperoleh dari lima stasiun riset berkisar antara 6,9-7,2 mg/l, dengan nilai tertinggi terdapat pada stasiun 1 dan 2 sebesar 7,2 mg/l, hal ini disebabkan suhu stasiun ini lebih rendah dan kandungan organik terlalu lebih rendah. nilai oksigen terlarut yang terendah pada stasiun 5 sebesar 6,9 mg/l. rendahnya nilai oksigen terlarut pada stasiun 1 dan 2 menunjukkan bahwa terdapat banyak senyawa organik serta senyawa kimia yang masuk kedalam badan perairan tersebut, sehingga kehadiran senyawa organik akan menyebabkan terjadinya proses perairan yang dilakukan oleh mikroorganisme yang akan langsung secara aerob

(memerlukan oksigen). Menurut Mulia (2005) masuknya bahan organik seperti sisa makanan menyebabkan peningkatan mikroorganisme dalam air dan mengkonsumsi  $O_2$  terlarut di dalam air untuk respirasinya sehingga terjadi penurunan kadar  $O_2$  selanjutnya menurut Sundra *et al.*, (2001) tingginya padatan terlarut akan menghalangi masuknya cahaya matahari ke dalam air sehingga aktifitas fotosintesis terhalang dan  $O_2$  yang dihasilkan berkurang sehingga berdampak terhadap kehidupan makrozoobentos di air dapat bertahan jika ada oksigen terlarut minimum sebanyak 2 mg/l. Berdasarkan Baku Mutu Air kelas I dan kelas II menurut PP Nomor 82 Tahun 2001 untuk kelas I batas minimum DO yang diperbolehkan adalah 6 mg/l dan untuk kelas II batas minimum yang diperbolehkan ada 4 mg/l. kadar DO pada stasiun pengamatan lebih besar daripada kadar DO pada kriteria mutu air kelas I dan kelas II maka perairan ini layak digunakan sebagai air kelas I dan II.

$BOD_5$  pada lima stasiun riset berkisar antara 0,6-5 mg/l dengan nilai tertinggi terdapat pada stasiun 1 sebesar 5 dan terendah pada stasiun 5 sebesar 2,9 mg/l. adanya perbedaan nilai  $BOD_5$  di setiap stasiun riset disebabkan oleh jumlah bahan organik yang berbeda pada masing-

masing stasiun, yang berhubungan dengan defisit oksigen karena oksigen tersebut digunakan oleh mikroorganisme dalam proses penguraian bahan organik sehingga mengakibatkan nilai BOD<sub>5</sub> meningkat. Tingginya nilai BOD<sub>5</sub> pada stasiun 1 diduga karena banyaknya aktivitas masyarakat di hulu sungai Bilah tersebut sehingga menambah kandungan organik di perairan ini. Rendahnya BOD<sub>5</sub> pada stasiun 3 disebabkan lokasi ini sedikit aktivitas masyarakat ditemukan di stasiun ini. Menurut Manahan (1984) dalam Wargadinata (1995), nilai BOD<sub>5</sub> menunjukkan bahwa terjadi pencemaran organik di dalam suatu perairan. Nilai BOD<sub>5</sub> diseluruh stasiun pengamatan berada dibawah kadar maksimum kriteria Baku Mutu Air kelas I maupun kelas II sehingga masih layak dipergunakan untuk air kelas I dan II.

Nilai rata-rata nitrat (NO<sub>3</sub>-N) di sungai bilah Rantauprapat, berkisar 0,386- 2,248 mg/l. nilai nitrat tertinggi ditemukan pada lokasi stasiun 1 dan terendah pada lokasi stasiun 4. Menurut Mackentum, (1969) dalam Herlina (1987), menyatakan bahwa kadar nitrat yang optimal untuk pertumbuhan makrozoobentos adalah 3,9-15,5 mg/l. tingginya unsur nitra pada lokasi stasiun 1 diduga berasal dari banyaknya aktivitas masyarakat yang

menghasilkan limbah domestik dan limbah pertanian yang menggunakan pupuk yang mengakibatkan peningkatan kadar nitrat di badan perairan. Menurut Suriani (2000), air yang mengandung nitrat tinggi sering dijumpai diperairan dekat dengan peternakan. konsentrasinya didalam perairan akan semakin bertambah bila semakin dekat dari titik pembuangan (semakin berkurang bila jauh dari titik pembuangan yang disebabkan aktivitas mikroorganisme). Mikroorganisme mengoksidasi amonium menjadi nitrit yang akhirnya menjadi nitrat. Kadar nitrat terendah diperoleh di stasiun 4 diduga karena di daerah sungai bilah tersebut terdapat tumbuhan air dan derasnya arus air sehingga nitrat diserap akar tumbuhan dan hanyut terbawa arus air tersebut ke hilir. kandungan nitrat sesuai kriteria Baku Mutu Air kelas I dan II adalah sebesar 10 mg/l sedang kandungan nitrat di seluruh stasiun risetjauh dibawah baku mutu yang ditetapkan sehingga air ini layak untuk digunakan.

Fosfat yang terukur pada sungai bilah sewaktu risetberkisar antara 0,258-0,614 mg/l. fosfat tertinggi ditemukan pada lokasi stasiun 1 sedangkan nilai terendah ditemukan pada stasiun 5. Hal ini disebabkan masuknya limbah-limbah yang masuk ke badan perairan, sehingga



dapat meningkatkan nilai fosfat. Menurut Alaers *et al.*, (1987), terjadi penambahan konsentrasi fosfat sangat dipengaruhi oleh adanya masukan limbah industri, penduduk, pertanian dan aktivitas masyarakat lainnya. Fosfor terutama berasal dari sedimen yang selanjutnya akan berinfiltrasi kedalam air tanah dan akhirnya masuk kedalam sistem perairan terbuka (badan perairan). Selain itu dapat berasal dari atmosfer dan bersama dengan curah hujan masuk kedalam sistem perairan (Barus, 2001). Secara keseluruhan kadar fosfat hasil pengukuran di lima stasiun pengamatan masih dibawah Baku Mutu Air kelas I dan kelas II yang diperbolehkan yaitu 0,2 mg/l, dengan demikian perairan ini layak digunakan untuk kelas I dan kelas II.

Dari data yang terdapat pada tabel diatas dapat dilihat nilai hasil pengukuran pH pada lima stasiun pengamatan berkisar antara 7,8-8,1. nilai pH pada lima stasium pengamatan berbeda-beda, namun ada juga yang sama tergantung kondisi perairan pada masing-masing stasiun penelitian. Nilai pH tertinggi terdapat pada stasiun 4 dan 5 sebesar 8,1 dan terendah pada stasiun 1 dan 2 sebesar 7,8. Menurut Suripin (2004) kehadiran deterjen, sampo di dalam air akan menaikkan pH air sehingga

mengganggu kehidupan mikroorganisme air. Selanjutnya Cole (1983), menyatakan bahwa adanya perbedaan nilai pH pada suatu perairan dikarenakan penambahan atau kehilangan  $\text{CO}_2$  melalui proses fotosintesis yang akan menyebabkan perubahan pH di dalam air.

Nilai pH yang didapatkan dari ke lima stasiun riset masih mendukung kehidupan dan perkembangan makrozoobentos. Rinawati *et al* (2007) mengatakan nilai pH yang normal mengindikasikan bahwa jumlah bahan organik terlarut sedikit. Semakin banyak jumlah bahan organik yang terlarut maka akan mengakibatkan nilai pH menurun, karena konsentrasi  $\text{CO}_2$  semakin meningkat akibat aktivitas mikroba dalam menguraikan bahan organik. Komposisi  $\text{CO}_2$ ,  $\text{HCO}_3^-$ , ion bikarbonat serta karbonat,  $\text{CO}_3^{2-}$  dalam air merupakan sistem buffer yang efektif dan pH normal mengandung  $\text{HCO}_3^-$  yang predominan dan pH sekitar 8,3 mengandung bikarbonat.

Derajat keasaman (pH) maksimum yang diperbolehkan untuk air kelas I dan kelas II adalah 6-9, sedang di stasiun pengamatan berkisar antara 5,7-7,4 dengan demikian perairan ini masih layak digunakan untuk air kelas I dan II.

Nilai rata-rata COD sungai bilah dalam riset ini berkisar 49,92-72,12 mg/l. COD tertinggi diperoleh pada

stasiun 1 dan terendah pada Stasiun 5. Effendi (2003) menggambarkan COD sebagai jumlah total oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik secara kimiawi, baik yang dapat didegradasi secara biologi maupun yang sukar didegradasi menjadi  $\text{CO}_2$  dan  $\text{H}_2\text{O}$ . Berdasarkan kemampuan oksidasi, penentuan nilai COD dianggap paling baik dalam menggambarkan keberadaan bahan organik, baik yang dapat didekomposisi secara biologis maupun yang tidak. perairan yang mengandung kadar COD yang tinggi, memerlukan oksigen untuk proses oksidasi kimia, hal ini menurunkan cadangan oksigen dalam air. Berdasarkan Baku Mutu Air kelas I dan kelas II menurut PP Nomor 82 Tahun 2001 untuk kelas I batas maksimum COD yang diperbolehkan adalah 10 mg/l dan kelas II 25 mg/l. dengan demikian stasiun 1,2,3,4 dan 5 telah melebihi nilai baku mutu sehingga tidak layak untuk digunakan sebagai air kelas I tetapi layak digunakan untuk kelas III. hal ini disebabkan oleh banyaknya aktifitas masyarakat seperti pemandian, pertanian, penambangan pasir dan limbah PKS yang berada di hulu sungai bilah tersebut.

Nilai kandungan organik substrat yang didapatkan pada lima stasiun pengamatan berkisar antara 2,317-

8,153 %. kandungan organik substrat tertinggi didapatkan pada stasiun 1 sebesar 8,153 %, sedangkan terendah pada stasiun 2 sebesar 2,317%. Secara keseluruhan nilai kandungan organik substrat yang didapatkan dari kelima stasiun riset di sungai bilah ini tergolong sedang dan sangat tinggi. Menurut Pusat Riset Tanah (1983) dalam Djaenuddin *et al.*, (1994), kriteria tinggi rendahnya kandungan organik substrat atau tanah berdasarkan persentase adalah sebagai berikut:

< 1 %	= sangat rendah
1%-2%	= rendah
2,01%-3%	= sedang
3%-5%	= tinggi
>5,01%	= sangat tinggi

Substrat dasar suatu perairan merupakan faktor yang penting bagi kehidupan hewan makrozoobentos yaitu sebagai habitat hewan tersebut. Masing-masing spesies mempunyai kisaran toleransi yang berbeda-beda terhadap substrat dan kandungan bahan organik substrat (Barnes & Mann, 1994). Adanya perbedaan jenis substrat dasar juga menyebabkan perbedaan jenis makrozoobentos yang didapatkan pada masing-masing stasiun penelitian. Hal ini sesuai dengan pernyataan Nybakken (1992), bahwa adanya substrat dasar yang

berbeda-beda menyebabkan perbedaan fauna atau struktur komunitas makrozoobentos.

Selain itu adanya perbedaan ukuran partikel sedimen memiliki hubungan dengan kandungan bahan organik, di mana perairan dengan sedimen yang halus memiliki persentase bahan organik yang tinggi karena kondisi lingkungan yang tenang yang memungkinkan pengendapan sedimen lumpur yang diikuti oleh akumulasi bahan-bahan organik dasar perairan, sedangkan sedimen yang kasar memiliki kandungan bahan organik yang lebih rendah karena partikel yang lebih halus tidak dapat mengendap serta kehadiran spesies dalam suatu komunitas makrozoobentos didukung oleh kandungan organik yang tinggi, akan tetapi belum tentu menjamin kelimpahan makrozoobentos tersebut, karena tipe substrat pun ikut menentukan.

Dari data yang terdapat pada Tabel 4.6 di atas dapat dilihat bahwa penetrasi cahaya yaitu berkisar antara 0,2-0,15 m. penetrasi tertinggi terdapat pada atasiun 2 dan stasiun yang terendah terdapat pada stasiun 1. Hal ini disebabkan karena adanya berbagai faktor seperti adanya bahan-bahan terlarut dan suspensi padatan yang tinggi, serta bahan organik yang tinggi, sehingga matahari sulit

untuk menembus badan perairan. Menurut Fardiaz (1992) dan Sastrawijaya (2000), menyatakan bahwa cahaya matahari tidak dapat menembus dasar perairan jika konsentrasi bahan tersuspensi atau terlarut tinggi, akibatnya mempengaruhi proses fotosintesis sehingga jumlah oksigen menurun dan fitoplankton sebagai salah satu sumber nutrisi untuk makrozoobentos jumlahnya menurun di dalam perairan tersebut.

Nilai kejenuhan Oksigen tertinggi dari hasil risetterdapat pada stasiun 3 Dan 4 yaitu sebesar 86,79% dan yang terendah terdapat pada stasiun 5 sebesar 83,63%. Hal ini menunjukkan bahwa pada ke Lima stasiun memiliki defisit oksigen yang lebih kecil sekaligus dapat memberikan informasi bahwa daerah ini memiliki tingkat pencemaran yang rendah.

Menurut Barus (2004), kehadiran senyawa organik akan menyebabkan terjadinya proses penguraian yang dilakukan oleh mikroorganisme dan berlangsung secara aerob, artinya membutuhkan oksigen. Seandainya pada pengukuran temperatur 13,9 °C diperoleh kadar oksigen terlarut 8 mg/l, maka sesuai dengan tabel pada lampiran F seharusnya kelarutan oksigen maksimum akan mencapai 10 mg/l. Disini terlihat ada selisih nilai oksigen terlarut

antara yang diukur (8 mg/l) dengan yang seharusnya dapat larut (10 mg/l) yaitu sebanyak 2 mg/l dengan nilai kejenuhan sebesar 80 %. Dalam kasus ini dapat disimpulkan bahwa pada lokasi tersebut telah terdapat senyawa organik (pencemar) yang dapat diketahui dari defisit oksigen sebesar 2 mg/l. Oksigen tersebut digunakan dalam proses penguraian senyawa organik oleh mikroorganisme yang berlangsung secara aerobik.

Dari hasil pengukuran yang telah dilakukan dapat dilihat bahwa nilai TSS (*Total Suspended Solid*) berkisar antara 112-164mg/l. Nilai TSS tertinggi terdapat pada stasiun 1 yaitu sebesar 164 mg/l, dan yang terendah terdapat pada stasiun 5 yaitu sebesar 112 mg/l. Tingginya nilai TSS pada stasiun 1 disebabkan oleh adanya hujan di hulu sungai dan berbagai aktifitas masyarakat yang banyak menghasilkan padatan tersuspensi seperti senyawa organik, tanah liat yang tidak secara langsung mengendap sehingga menyebabkan kekeruhan pada stasiun ini. Dan begitu juga dengan Stasiun 2,3,4 dan 5 hal ini disebabkan banyaknya aktifitas seperti pengerukan pasir dan batu, sehingga menyebabkan tingginya padatan tersuspensi di sungai bilah ini. Menurut Kep-51/MENLH/1995 yaitu tentang baku mutu kadar

maksimum TSS sebesar 250 mg/l, dapat disimpulkan bahwa kadar TSS di seluruh stasiun tergolong tinggi karena sudah mendekati dibawah baku mutu yang telah ditetapkan. *Total suspended solid* atau padatan tersuspensi adalah padatan yang menyebabkan kekeruhan air, tidak terlarut dan tidak dapat mengendap langsung. Padatan tersuspensi terdiri dari partikel-partikel yang ukuran maupun beratnya lebih kecil dari sedimen seperti bahan-bahan organik tertentu, tanah liat dan lain-lain. Misalnya air permukaan mengandung tanah liat dalam bentuk tersuspensi. Partikel tersuspensi akan menyebarkan cahaya yang datang, sehingga menurunkan intensitas cahaya yang disebarkan. padatan tersuspensi dalam air umumnya terdiri dari fitoplankton, zooplankton, sisa tanaman dan limbah industri (Widowati, dkk, 2008)

Dari hasil pengukuran yang telah dilakukan dapat di lihat bahwa nilai TDS (*Total Dissolved Solid*) berkisar antara 36-46 mg/l. Nilai TDS tertinggi terdapat pada stasiun 1 yaitu sebesar 36 mg/l dan yang terendah terdapat pada stasiun 5 yaitu sebesar 46 mg/l. Rendah TDS pada stasiun 5 disebabkan pada stasiun ini terdapat sedikit aktifitas masyarakat yang mungkin menghasilkan senyawa-senyawa organik yang menjadi penyebab



terjadinya kekeruhan pada badan air seperti pada stasiun 1. Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001, bahwa baku mutu kadar maksimum TDS yaitu sebesar 1000mg/l, dapat disimpulkan bahwa kadar TDS di seluruh stasiun tergolong baik karena masih jauh dibawah baku mutu yang telah ditetapkan.

### E. Sifat Fisika, Kimia dan Biologi Sungai Bilah Berdasarkan Metode Storet

Sifat fisika-kimia air yang terdapat di Sungai Bilah Rantauprapat dihubungkan dengan kriteria yang dikemukakan oleh Storet yang lebih dikenal dengan metode Storet tercantum pada tabel 9.

*Tabel 7 Skor Masing – masing Nilai Fisik, Kimia dan Biologi berdasarkan Metode Storet*

No	Parameter	Baku Mutu	Hasil Pengukuran			Score			
		Air Gol.1	Min	Max	Rata <sup>2</sup>	Min	Max	Rata <sup>2</sup>	Total
1.	Suhu (°C)	Deviasi 3	23	24,5	23,75	0	0	0	0
2.	pH	6-9	7,8	8,1	7,95	0	0	0	0
3.	DO (mg/l)	6	6,9	7,2	7,05	0	0	0	0
4.	BOD <sub>5</sub> (mg/l)	3	2,9	5	2,95	0	0	0	0
5.	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	10	0,386	2,248	1,317	0	0	0	0
6.	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (mg/l)	0,2	0,258	0,614	0,436	-2	-2	-6	-10
7.	COD (mg/l)	25	49,92	72,12	61,02	-2	-2	-6	-10
8.	TDS (mg/l)	1000	36	46	41	0	0	0	0
9.	TSS (mg/l)	50	112	164	138	-2	-2	-6	-10

### **Total Score -30**

Dari data diatas, diketahui bahwa kandungan fosfat, COD, dan TSS sudah melebihi batas baku mutu air, sedangkan parameter yang masih memenuhi baku mutu air yaitu Suhu, pH, BOD<sub>5</sub>, DO, Nitrat dan TDS. Dari tabel diatas diketahui juga bahwa total score yang diperoleh dengan metode storet yaitu -30, hal ini menunjukkan bahwa jika dihubungkan dengan baku mutu air golongan I maka tergolong dalam perairan kelas III, yang artinya tercemar sedang.

Tingginya total score metode storet pada seluruh stasiun riset disebabkan terdapatnya berbagai aktivitas pada masing-masing stasiun seperti pabrik kelapa sawit (PKS) di hulu sungai, pemukiman penduduk, penambangan pasir dan pertanian. Dimana aktivitas tersebut menghasilkan limbah yang pada akhirnya meningkatkan kandungan Fosfat, COD, TSS dan BOD<sub>5</sub>, sehingga menyebabkan perairan Sungai Bilah tersebut tercemar sedang.

## F. Analisis Makrozoobentos di Sungai Bilah

Menurut (Sugiyono, 2005) Interval Korelasi dan Tingkat Hubungan antar faktor, adalah sebagai berikut :

*Tabel 8 Tabel Interval Korelasi dan Tingkat Hubungan antar faktor*

No	Interval Koefisien	Tingkat Hubungan
1	0,00 - 0,199	Sangat Rendah
2	0,20 - 0,399	Rendah
3	0,40 - 0,599	Sedang
4	0,60 - 0,799	Kuat
5	0,80 - 1,000	Sangat Kuat

Berdasarkan pengukuran faktor fisika-kimia yang telah dilakukan pada setiap stasiun penelitian, dan korelasi dengan Indeks Keanekaragaman maka diperoleh nilai Indeks Korelasi seperti terlihat pada Tabel 11. Dibawah ini.

*Tabel 9 Nilai Indeks Korelasi*

Parameter	R
Suhu	-0.237
DO	0.918(*)
BOD <sub>5</sub>	0.686
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0.670
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	0.948(*)
pH	-0.684
COD	0.927(*)
Substrat	0.368
P.Cahaya	0.275
K.oksigen	0.938(*)
TSS	0.889(*)
TDS	0.023

Keterangan: \* = Berpengaruh nyata

- = Korelasi negatif

Dari tabel 11, dapat dilihat bahwa hasil uji analisis korelasi pearson antara beberapa faktor fisika kimia perairan sungai bilah berbeda tingkat korelasi dan arah korelasinya dengan indeks diversitas. Nilai indeks korelasi antara suhu, pH dengan keanekaragaman makrozoobentos masing-masing adalah -0.237 dan -0.684 dengan tingkat hubungan negatif. hal ini menunjukkan bahwa suhu dan pH berpengaruh negatif terhadap indeks keanekaragaman makrozoobentos sehingga peningkatan suhu dan pH dapat mengakibatkan semakin rendahnya nilai indeks keanekaragaman makrozoobentos.

Nilai indeks korelasi antara DO dengan keanekaragaman makrozoobentos adalah 0.918(\*) dengan tingkat hubungan berpengaruh nyata. hal ini menunjukkan bahwa DO berpengaruh nyata terhadap indeks keanekaragaman makrozoobentos sehingga peningkatan kadar DO dapat mengakibatkan semakin rendahnya nilai indeks keanekaragaman makrozoobentos.

Nilai indeks korelasi antara BOD<sub>5</sub> dengan keanekaragaman makrozoobentos adalah 0.686 dengan tingkat hubungan tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa BOD<sub>5</sub>

berpengaruh positif terhadap indeks keanekaragaman makrozoobentos sehingga peningkatan suhu dan BOD<sub>5</sub> dapat mengakibatkan semakin tinggi nilai indeks keanekaragaman makrozoobentos.

Nilai indeks korelasi NO<sub>3</sub><sup>-</sup> dengan keanekaragaman makrozoobentos adalah 0.670 dengan tingkat hubungan tinggi. hal ini menunjukkan bahwa NO<sub>3</sub><sup>-</sup> berpengaruh positif terhadap indeks keanekaragaman makrozoobentos sehingga peningkatan NO<sub>3</sub><sup>-</sup> dapat mengakibatkan semakin tinggi nilai indeks keanekaragaman makrozoobentos.

Nilai indeks korelasi PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> dan COD dengan keanekaragaman makrozoobentos adalah 0.948(\*) dan 0.927(\*) dengan tingkat hubungan berpengaruh nyata. hal ini menunjukkan bahwa PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> dan COD berpengaruh nyata terhadap indeks keanekaragaman makrozoobentos, sehingga peningkatan kadar PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> dan COD dapat mengakibatkan semakin rendahnya nilai indeks keanekaragaman makrozoobentos.

Nilai indeks korelasi substrat dengan keanekaragaman makrozoobentos adalah 0.368 dengan tingkat hubungan tinggi. hal ini menunjukkan bahwa Substrat berpengaruh positif terhadap indeks keanekaragaman makrozoobentos sehingga peningkatan Substrat dapat mengakibatkan

semakin tinggi nilai indeks keanekaragaman makrozoobentos.

Nilai indeks korelasi penetrasi cahaya dengan keanekaragaman makrozoobentos adalah 0.275 dengan tingkat hubungan tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa P. Cahaya berpengaruh positif terhadap indeks keanekaragaman makrozoobentos sehingga peningkatan substrat dapat mengakibatkan semakin tinggi nilai indeks keanekaragaman makrozoobentos.

Nilai indeks korelasi antara kelarutan oksigen dengan keanekaragaman makrozoobentos adalah 0.938(\*) dengan tingkat hubungan berpengaruh nyata. Hal ini menunjukkan bahwa kelarutan oksigen berpengaruh nyata terhadap indeks keanekaragaman makrozoobentos sehingga peningkatan kadar kelarutan oksigen dapat mengakibatkan semakin rendahnya nilai indeks keanekaragaman makrozoobentos.

Nilai indeks korelasi antara TSS dengan keanekaragaman makrozoobentos adalah 0.889(\*) dengan tingkat hubungan berpengaruh nyata. hal ini menunjukkan bahwa TSS berpengaruh nyata terhadap indeks keanekaragaman makrozoobentos sehingga

peningkatan kadar TSS dapat mengakibatkan semakin rendahnya nilai indeks keanekaragaman makrozoobentos.

Nilai indeks korelasi antara TDS dengan keanekaragaman makrozoobentos adalah 0.023 dengan tingkat hubungan tinggi. hal ini menunjukkan bahwa TDS

berpengaruh positif terhadap indeks keanekaragaman makrozoobentos sehingga peningkatan TDS dapat mengakibatkan semakin tinggi nilai indeks keanekaragaman makrozoobentos.

## BAB 6

### PENUTUP

#### A. Kesimpulan

Berdasarkan parameter fisika, kimia dan biologi dengan menggunakan metode storet sesuai Baku Mutu Air di Stasiun 1, 2, 4 dan 5 adalah termasuk Kelas 3. Sehingga termasuk golongan tercemar sedang.

Komposisi dan jumlah makrozoobentos yang didapatkan seluruhnya ada 4 kelas yaitu : Oligochaeta, Polychaeta, Insecta, dan Gastropoda. Komposisi jenis makrozoobentos tertinggi adalah Insekta kemudian diikuti oleh Gastropoda, Oligochaeta dan Polychaeta. Adapun jenis-jenis yang ditemukan di sungai bilah Rantauprapat berjumlah 12 jenis.

Kepadatan makrozoobentos yang tertinggi pada genus *Neanthes* sp sebesar 18.519 individu/m<sup>2</sup> ditemukan pada stasiun 4 dan *Tubifex* sp sebesar 18.519 individu/m<sup>2</sup> ditemukan pada stasiun 1, dan termasuk mempunyai kepadatan sedang. Nilai indeks keanekaragaman (H') makrozoobentos pada kelima stasiun berkisar 0,965-



2,052, hal ini menunjukkan bahwa dari keseluruhan stasiun riset termasuk ke dalam kelompok tercemar ringan.

Nilai Indeks Similaritas (IS) yang diperoleh pada lima stasiun riset berkisar antara 62,5%-84,21%, dan termasuk dalam kondisi mirip.

Berdasarkan nilai distribusi Morista bahwa sebaran Makrozoobentos yang terdapat di sungai bilah sangat bervariasi yaitu ada lima spesies yang hidupnya secara acak, kemudian ada dua spesies yang sebarannya bergerombol, dan ada empat spesies lagi yang sebarannya normal. Hal ini disebabkan oleh makrozoobentos tersebut memilih hidup pada habitat yang sesuai pada perairan baik dari segi faktor fisik-kimia perairan maupun tersedianya Nutrisi.

Saran-saran yang diharapkan untuk para pembaca dan peneliti sekalian, yaitu diharapkan bagi peneliti selanjutnya dapat melakukan dan melanjutkan riset mengenai keanekaragaman makrozoobentos sebagai indikator kualitas perairan Sungai Bilah Rantauprapat Kabupaten Labuhanbatu pada musim dan kedalaman yang berbeda, yang mana Riset ini dilakukan pada musim hujan.

Mengingatn kawasan sungai bilah adalah merupakan sungai yang berada di daerah kawasan permukiman masyarakat perkotaan Rantauprapat, Sehingga banyak aktifitas yang berlangsung dikawasan sungai tersebut. dan adanya Pabrik Kelapa Sawit (PKS) yang berada di hulu sungai bilah. maka diharapkan pemerintah bekerjasama dengan masyarakat agar lebih cepat menerapkan aturan yang mengatur kebersihan lingkungan sehingga dapat meningkatkan estetika lingkungan dan sekaligus akan berpengaruh terhadap mutu air sungai bilah yang merupakan kebutuhan pokok bagi sebahagian masyarakat yang berada di sekitar Kota Rantauprapat Kabupaten Labuhanbatu.



## DAFTAR PUSTAKA

- Barus, T. A , 1996, *Metode Ekologi untuk Menilai Kualitas Suatu Perairan Lotik*. Program Studi Biologi USU FMIPA – USU, Medan.
- Barnes, R, S. K & K.H.Mann. 1994. *Fundamental of Aquatic Ecology*. Backwell Scientifice Publications. Oxford.
- Cole, G. A 1983. *Buku Teks Limnologi*. Dewan Bahasa dan Pustaka Kementerian Pendidikan Malaysia, Kuala Lumpur.
- Dharma B.1988. *Sifut dan Kerang Indonesia* (Indonesian Shells) Jakarta. PT.Sarana Graha
- Dinas Perikanan dan Kelautan, L. Batu. 2008. *Pengolahan Sungai T erhadap Pertanian Sungai Bilah*
- Djaenudin, D., Marwan H., Subagyo H., dan A. Hidayat. 2003. *Petunjuk Teknis untuk Komoditas Pertanian*. Edisi Pertama tahun 2003, ISBN 979-9474-25-6. Balai RisetTanah, Pusat Risetdan Pengembangan Tanah dan Agroklimat, Bogor, Indonesia.
- Edmonson, W. T. 1959, *Fresh Water Biology*, John Willey and Sons. New York.
- Ewusie, J. Y. 1990. *Ekologi Tropika*. Penerjemah: Usman Tanuwidjaja. Bandung Penerbit ITB.
- Fachrul, M. F. 2007. *Metode Sampling Bioekologi*. Bumi Aksara. Jakarta.

- Fardiaz, S. 1992. *Populasi Air dan Udara*. Kanisius, Yogyakarta. Hlm. 22-24
- Hutchinson, G. E. 1974. *A Treatise on Limnology, Volume IV The Zoobentos*, Edited by Yvette Hl. Edmonson. John Willey & Sons, Inc. New York.
- Handayani *et al.*, (2000) Gastropoda merupakan organisme yang mempunyai penyebaran yang luas di substrat berbatu, berpasir maupun berlumpur tetapi organisme ini cenderung menyukai substrat dasar pasir dan sedikit berlumpur.
- Jati, W. N. 2003. *Studi Komparasi Keanekaragaman Bentos di Waduk Sempor, Waduk Kedungombo dan Waduk Gajah Mungkur Jawa Tengah*. Fakultas Biologi Universitas Atmaja. Yogyakarta.
- Koesbiono. 1979. *Dasar-dasar Ekologi Umum, Bagian IV (Ekologi Perairan)*. Sekolah Pasca Sarjana Program Studi Lingkungan. Insitut Pertanian Bogor, Bogor.
- Krebs, C. J. 1989. *Experimental Analysis of Distribution and Abundanc*. Third Edition, Harper & Prow Publisher, New.York.
- Lailli, C. M & T. R. Parsons. 1993. *Biological Oceanography an Introduction*. Pergamon Press. New York.
- Mahida, U. N. 1993. *Pencemaran Air dan Pemanfaatan Limbah Industri*. Edisi Keempat. PT. Rajawali Grafindo. Jakarta.

- Marsaulina, L. 1994. *Keberadaan dan Keanekaragaman Makrozoobentos di Sungai Semayang Kecamatan Sunggal*. Karya Tulis. Lembaga RisetUSU, Medan.
- Mayang, SY, 2009, *Keanekaragaman Makrozoobentos Di Sungai Belawan*. Jurnal Biologi Sumatra. Medan
- Merrit. RW, Cummins, KW. 1996. *An Introduction to the Aquatic Insects of north America Second Edition*. Kandal/Hunt Publishing Company.
- Michael, P. 1984. *Metode Ekologi untuk Penyelidikan Ladang dan Laboratorium*. Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Mulia, R.M. 2005. *Kesehatan Lingkungan*. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Nybakken, J. W. 1992. *Biologi Laut: Suatu Pendekatan Ekologis*. Gramedia, Jakarta (Penerjemah H. Muhammad Eidman).
- Odum, E. P. 1994. *Dasar-dasar Ekologi*. Edisi Ketiga. Universitas Gadjah Mada Press, Yogyakarta (Penerjemah Tjahjono Samingar).
- Payne, A. I. 1986. *The Ecology of Tropical Lakes and Rivers*. John Wiley & Sons. New York.
- Pennak, R. W. 1978. *Fresh Water Invertebrates of United States*. Second Edition. A. Willey Interscience Publ. John Willey and Sons, New York

- Purnomo, K. 1989. *Struktur & Komunitas Makrozoobentos dalam Kaitan Pemantauan Dampak Aktivitas Manusia di Daerah Sungai Cikao, Kabupaten Purwakarta, Jawa Barat*. Tesis (Tidak Dipublikasikan). Program Pasca Sarjana IPB. Bogor.
- Rinawati. Supriyanto, R. Dewi, W.S. 2007. *Profil Logam Berat (Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Pb dan Zn) di Perairan Sungai Kuripan Menggunakan ICP oes* Seminar Nasional Sains dan Teknologi II 2008 Universitas Lampung.
- Rini, D. A. 2007. *Mengenal Makroinvertebrata Bentos*. Warta Konservasi Lahan Basah. Hlm. 3. <http://onrizal.files.wordpress.com/2008/09/onriza.lwk/6-15-3okt2007> Diakses tanggal 10 Desember 2011.
- Sahri, A. Budiman, W. Andriyana, N. 2000. *Keragaman Makrobethos pada Berbagai Substrat Buatan di Sungai Ciglagah Cilacap*, Jurnal Biosfera.
- Sastrawijaya, A. T. 2000. *Pencemaran Lingkungan*. Edisi Kedua. Rineka Cipta. Jakarta.
- Setiadi, D. 2005. Keanekaragaman Spesies Tingkat Pohon di Taman Wisata Alam Ruteng Nusa Tenggara Timur, *Jurnal Biodiversitas* 6 : 118-122.
- Shape, E. W. dkk, 2002. *Indeks Biotik*. Jurnal di <http://www.BiotikIndeks.com>. diakses tanggal 16 Januari 2012.
- Subagyo, P. J. 1992. *Hukum Lingkungan : Masalah Penanggulangannya*. Cetakan I. Rineka Cipta, Jakarta.

- Sugiyono. 2005. *Statistik untuk Penelitian*. Alfabeta. Bandung.
- Suin, N.M. 2002. *Metoda Ekologi Edisi 2*. Universitas Andalas, Padang.
- Sundra. Sunani. 2001. *Kualitas Air Sungai Jangga Ditinjau dari Aspek Fisika Kimia dan Mikrobiologi di Kabupaten Karangasem*. Jurnal Biologi.
- Suriawiria, U. 1996. *Air dalam Kehidupan dan Lingkungan yang Sehat*. Edisi 1. Alumni, Bandung.
- Suriani, N.L. 2000. *Kualitas Air Mangrove Ditinjau dari Sifat Fisik Kimia di Hutan Mangrove Patung Ngurah Rai Tuban Den Pasar Selatan Bali*. Jurnal Ecothropic 3 : 7-9
- Suripin. (2004). *Pelestarian Sumberdaya Tanah dan Air*, Andi Offset. Yogyakarta.
- Sutapa, I, Purnowati, S.U. 1999. Menilai Kesehatan Sungai Berdasarkan Indikator Biologis, *Jurnal Studi Pembangunan, Kemasyarakatan & Lingkungan*.
- Suwondo, Febrita, E. Sumanti. F. 2004. *Struktur Komunitas Gastropoda pada Hutan Mangrove di Pulau Sipora Kabupaten Kepulauan Mentawai Sumatera Barat*. *Jurnal Biogenesis* 2 (1) 2005. Hlm. 25-29.
- Tesky, D.2007. Biological indicators. diakses tanggal 15 Desember 2011, <http://www.suite.com>.
- WALHI, 2005, *Pelayanan Air Minum Jakarta Dan Pencemaran Air*. diakses tanggal 15 Desember 2011,



<http://www.walhi.or.id/kampanye/air/privatisasi/051128-air-li/>.

Wardana, W. A. 1995. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Andi offset. Yogyakarta.

Wargadinata, E. PL. 1995. *Makrozoobentos Sebagai Indikator Ekologi Di Sungai Percut*. Tesis. Program Pasca Sarjana Ilmu Pengetahuan Sumber Daya Alam dan Lingkungan USU. Medan.

Widowati, dkk, 2008. *Padatan Tersuspensi Dalam Air*. Universitas Negeri Yogyakarta.

## **RIWAYAT PENULIS**

### **Dr. Arman Harahap, S.Pd.,M.Si**



Penulis Lahir di Dusun Malaka, 15 Februari 1982. Desa Tanjung Siram, Kecamatan Bilah Hulu Kabupaten Labuhanbatu Provinsi Sumatera Utara. Menyelesaikan pendidikan Strata satu (S-1) pada Program Studi Pendidikan Biologi di Universitas Labuhanbatu tahun 2007.

Selanjutnya melanjutkan Sekolah Pasca Sarjana pada Ilmu Biologi di Universitas Sumatera Utara (USU) Medan selesai tahun 2012. Kemudian melanjutkan Program Doktorat pada tahun 2014 pada Ilmu Biologi di Universitas Sumatera Utara (USU) Medan selesai tahun 2019. Sejak tahun 2010 menjadi Dosen Tetap di Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Labuhanbatu, Kemudian tahun 2014 diangkat menjadi Ketua Program Studi Pendidikan Biologi. Kemudian pada tahun 2019 diangkat menjadi Ketua Lembaga Riset dan Pengabdian (LPPM) Universitas Labuhanbatu sampai saat ini. Penulis juga adalah Konsultan Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL) di berbagai Perusahaan di Sumatera Utara.