

**DAMPAK AKTIVITAS PENAMBANGAN EMAS TANPA IZIN (PETI)
DI SUNGAI BATANG MASUMAI KABUPATEN MERANGIN
PADA KEANEKARAGAMAN MAKROZOOBENTOS
SEBAGAI BIOINDIKATOR PENCEMARAN AIR**

SKRIPSI



**NURHAVIZA DWI ANANDA
M1D118033**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
JURUSAN TEKNIK SIPIL KIMIA DAN LINGKUNGAN**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS JAMBI
2024**

**DAMPAK AKTIVITAS PENAMBANGAN EMAS TANPA IZIN (PETI)
DI SUNGAI BATANG MASUMAI KABUPATEN MERANGIN
PADA KEANEKARAGAMAN MAKROZOOBENTOS
SEBAGAI BIOINDIKATOR PENCEMARAN AIR**

S K R I P S I

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
Gelar Sarjana Pada Program Studi Teknik Lingkungan



NURHAVIZA DWI ANANDA

M1D118033

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
JURUSAN TEKNIK SIPIL KIMIA DAN LINGKUNGAN**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS JAMBI**

2024

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar karya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang telah lazim.

Tanda tangan yang tertera dalam halaman pengesahan adalah asli. Jika tidak asli, saya siap menerima sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Jambi
Yang Menyatakan



HALAMAN PERSETUJUAN

Judul Skripsi : Dampak Aktivitas Penambangan Emas Tanpa Izin (PETI) di Sungai Batang Masumai Kabupaten Merangin Pada Keanekaragaman Makrozoobentos Sebagai Bioindikator Pencemaran Air

Nama Mahasiswa : Nurhaviza Dwi Ananda

NIM : M1D118033

Program Studi : Teknik Lingkungan

Pembimbing I



Freddy Ilfan, S.T., M.T.
NIP 198006142008041001

Jambi, Januari 2024
Pembimbing II



Zuli Rodhyah, S.Si., M.T.
NIP 199011112023212058

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul **DAMPAK AKTIVITAS PENAMBANGAN EMAS TANPA IZIN (PETI) DI SUNGAI BATANG MASUMAI KABUPATEN MERANGIN PADA KEANEKARAGAMAN MAKROZOOBENTOS SEBAGAI BIOINDIKATOR PENCEMARAN AIR** yang disusun oleh **NURHAVIZA DWI ANANDA, NIM : M1D118033** telah dipertahankan di depan tim penguji pada tanggal 19 Januari 2024 dan dinyatakan lulus.

Susunan Tim Penguji :

- Ketua : Freddy Ilfan, S.T., M.T.
Sekretaris : Zuli Rodhiyah, S. Si., M. T.
Anggota : 1. Shally Yanova, S. Si., M. Si., CCSME.
2. Ir. Winny Laura Christina Hutagalung, S.T., M.T., CIIQA.
3. Febri Jufta Angraini, S. T., M. T.

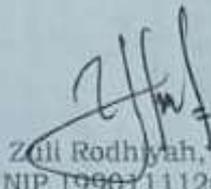
Disetujui:

Pembimbing I



Freddy Ilfan, S.T., M.T.
NIP 198006142008041001

Pembimbing II



Zuli Rodhiyah, S.Si., M.T.
NIP 199011112023212058

Diketahui:

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi



Ketua Jurusan Teknik Sipil, Kimia, Dan Lingkungan



Prof. Dr. Drs. M. Naswir, Km, M.Si.
NIP 196605031991021001

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul **DAMPAK AKTIVITAS PENAMBANGAN EMAS TANPA IZIN (PETI) DI SUNGAI BATANG MASUMAI KABUPATEN MERANGIN PADA KEANEKARAGAMAN MAKROZOOBENTOS SEBAGAI BIOINDIKATOR PENCEMARAN AIR** yang disusun oleh **NURHAVIZA DWI ANANDA, NIM : M1D118033** telah dipertahankan di depan tim penguji pada tanggal 19 Januari 2024 dan dinyatakan lulus.

Susunan Tim Penguji :

Ketua : Freddy Ilfan, S.T., M.T.
Sekretaris : Zuli Rodhiyah, S. Si., M. T.
Anggota : 1. Shally Yanova, S. Si., M. Si., CCSME.
2. Ir. Winny Laura Christina Hutagalung, S.T., M.T., CIIQA.
3. Febri Juita Angraini, S. T., M. T.

Disetujui:

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

Freddy Ilfan, S.T., M.T.
NIP 198006142008041001

Zuli Rodhiyah, S.Si., M.T.
NIP 199011112023212058

Diketahui:

Dekan Fakultas,

Ketua Jurusan,

Drs. Jefri Marzal, M.Sc., D.I.T.
NIP 196806021993031004

Prof. Dr. Drs. M. Naswir, Km, M.Si.
NIP 196605031991021001

RINGKASAN

Pencemaran air Sungai Batang Masumai semakin lama semakin meningkat. Terlihat pada sepanjang aliran sungai dengan warna air sungai yang tak lagi bening. Warna air sungai berubah menjadi lebih keruh kecoklatan dari warna air sungai dalam keadaan normal. Hal ini disebabkan karena adanya aktivitas dari Penambangan Emas Tanpa Izin (PETI) yang berada di beberapa titik sepanjang Sungai Batang Masumai. Pencemaran air akibat pembuangan logam berat ke dalam sungai tentunya dapat membahayakan masyarakat sekitar yang menggunakan air sungai sebagai sumber air minum mereka dan hilangnya mata pencarian warga yang bekerja sebagai petani karena tidak adanya lagi lahan untuk pertanian khususnya persawahan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas air Sungai Batang Masumai menggunakan parameter biologi yaitu makrozoobentos, parameter fisika yaitu suhu dan kecerahan dan parameter kimia yaitu pH, DO dan BOD. Pengambilan sampel dilakukan dengan metode *grab sampling* pada 3 titik lokasi penelitian. Hasil penelitian menggunakan bioindikator menunjukkan bahwa komposisi makrozoobentos diantaranya 7 famili dari kelas Insekta dan 1 famili dari kelas Gastropoda. Indeks keanekaragaman (H') makrozoobentos pada ketiga lokasi berkisar 0,451-1,992. Indeks keseragaman (E) makrozoobentos berkisar antara 0,650-0,968 dan indeks dominansi (D) makrozoobentos berkisar antara 0,148-0,722. Berdasarkan pengukuran parameter fisika dan kimia, dan biologi dengan makrozoobentos sebagai bioindikator menunjukkan hasil air Sungai Batang Masumai tergolong ke dalam pencemaran berat.

SUMMARY

Water pollution in the Batang Masumai River is increasing over time. Seen along the river flow, the color of the river water is no longer clear. The color of the river water changed to become more cloudy brownish than the color of river water under normal conditions. This is due to the activities of Unlicensed Gold Mining (PETI) at several points along the Batang Masumai river. Water pollution due to the discharge of heavy metals into rivers can certainly harm local communities who use river water as a source of drinking water and the loss of livelihoods of residents who work as farmers because there is no longer any land for agriculture, especially rice fields.

This research aims to determine the water quality of the Batang Masumai River using biological parameters, namely macrozoobenthos, physical parameters, namely temperature and brightness and chemical parameters, namely pH, DO and BOD. Sampling was carried out using a purposive random sampling method at 3 research location points. The results of research using bioindicators show that the macrozoobenthos composition includes 7 families from the Insecta class and 1 family from the Gastropoda class. The macrozoobenthos diversity index (H') at the three locations ranged from 0.451 to 1.992. The uniformity index (E) of macrozoobenthos ranges between 0.650-0.968 and the dominance index (D) of macrozoobenthos ranges from 0.148-0.722. Based on measurements of physical and chemical and biological parameters with macrozoobenthos as a bioindicator, the results show that the Batang Masumai River water is classified as heavily polluted.

PRAKATA

Puji syukur senantiasa penulis panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa dengan segala limpahan rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul **“DAMPAK AKTIVITAS PENAMBANGAN EMAS TANPA IZIN (PETI) DI SUNGAI BATANG MASUMAI KABUPATEN MERANGIN PADA KEANEKARAGAMAN MAKROZOOBENTOS SEBAGAI BIOINDIKATOR PENCEMARAN AIR”**. Skripsi ini dibuat sebagai bagian dari tugas akhir dan persyaratan untuk menyelesaikan pendidikan sarjana di Fakultas Sains dan Teknologi, Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Jambi. Penulis menyadari bahwa penelitian ini tidak akan berhasil tanpa bantuan dari seluruh pemangku kepentingan jasmani dan rohani. Untuk itu, tak lupa penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Drs. Jefri Marzal, M. Sc., D.I.T, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi.
2. Bapak Dr. Ir. Jalius, M. S., selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Jambi.
3. Bapak Freddy Ilfan, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing skripsi I dan Ibu Zuli Rodhiyah, S.Si., M.T. selaku dosen pembimbing skripsi II yang telah memberikan saran dan masukan kepada penulis.
4. Ibu Shally Yanova, S.Si., M.Si., Ibu Winny Laura Christina Hutagalung, S.T., M.T., CIIQA., dan Ibu Febri Juita Anggraini, S. T., M. T., selaku dosen penguji saya yang telah memberikan masukan dan arahan dalam penyusunan skripsi saya.
5. Kedua orang tua penulis yaitu Ayah dan Ibu serta saudari-saudari penulis Kak Novi dan Adik Lila yang selalu mendoakan dan memberikan penulis dukungan hingga selesainya skripsi.
6. Arief Aryatama Harahap selaku partner yang selalu memberikan bantuan serta dukungan dan semangat yang tak terhingga sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan baik.
7. Indah, Sanah, Refia, Fira, Reva, Ajeng, Stepani, Andre dan Eqie selaku sahabat penulis yang memberikan waktunya dan bantuannya dalam menyelesaikan skripsi ini secara langsung maupun secara jauh.
8. Pihak PNBPF Fakultas Sains Dan Teknologi Jambi atas bantuan dana penelitian yang direkomendasikan oleh Bapak Ir. Freddy Ilfan S.T.,M.T. dan Ibu Zuli Rodhiyah, S.Si., M.T.

9. Serta semua teman-teman yang tidak bisa disebutkan satu persatu dan pihak lain yang telah membantu selama pelaksanaan penelitian dan pembuatan laporan tugas akhir atau skripsi.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan dan jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis mengucapkan permohonan maaf dengan mengharap kritik dan saran yang membangun kepada pembaca apabila terdapat kesalahan dan kekeliruan pada proposal penelitian ini untuk perbaikan lebih lanjut.

Jambi, Maret 2024

Penulis

Nurhaviza Dwi Ananda

DAFTAR ISI

PENGESAHAN.....	i
RINGKASAN	ii
PRAKATA	iv
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pencemaran Air Sungai.....	5
2.2 Pencemaran Sungai Akibat Penambangan Emas Tanpa Izin (PETI)	6
2.3 Kualitas Air Sungai.....	7
2.4 Parameter Kualitas Air.....	10
2.5 Biomonitoring Kualitas Air	11
2.6 Makrozoobentos Sebagai Bioindikator.....	12
2.7 Penelitian Terkait.....	22
III. METODOLOGI PENELITIAN.....	24
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	24
3.2 Alat dan Bahan.....	26
3.3 Metode Penelitian	28
3.4 Alur Penelitian	29
3.5 Analisis Data	35
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	38
4.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian.....	38
4.2 Pengukuran Kualitas Air Sungai Berdasarkan Parameter Fisika dan Kimia	39
4.3 Identifikasi Makrozoobentos.....	48
4.4 Nilai Indeks Keanekaragaman (H'), Indeks Keseragaman (E) dan Indeks Dominansi (D) Makrozoobentos	57
V. KESIMPULAN DAN SARAN	64
5.1 Kesimpulan	64
5.2 Saran.....	64
DAFTAR PUSTAKA	65
LAMPIRAN	68

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Kriteria Mutu Air Berdasarkan PP 22 Tahun 2021.....	9
2. Klasifikasi Derajat Pencemaran Air Berdasarkan Indeks.....	13
3. <i>Time Schedule</i> Penelitian	25
4. Alat dan Bahan Pengambilan Sampel	26
5. Deskripsi Titik pengambilan sampel Pengamatan	31
6. Perkam Data Makrozoobentos.....	35
7. Indeks Diversitas Shannon-Wiener	36
8. Indeks Keseragaman Shannon-Wiener.....	37
9. Indeks Dominansi Simpson	37
10. Hasil Pengukuran Kualitas Air Sungai Parameter Fisika-Kimia.....	39
11. Jumlah Famili Makrozoobentos	49
12. Hasil Pengamatan Spesies I.....	50
13. Hasil Pengamatan Spesies II.....	51
14. Hasil Pengamatan Spesies III.....	52
15. Hasil Pengamatan Spesies IV.....	53
16. Hasil Pengamatan Spesies V.....	54
17. Hasil Pengamatan Spesies VI.....	55
18. Hasil Pengamatan Spesies VII.....	56
19. Hasil Pengamatan Spesies VIII.....	57
20. Nilai Indeks Keanekaragaman (H') Makrozoobentos	58
21. Nilai Indeks Keseragaman (E) Makrozoobentos	60
22. Nilai Indeks Dominansi (D) Makrozoobentos	62

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Mollusca	18
2. <i>Gastropoda</i>	19
3. <i>Pelycypoda</i>	19
4. Crustacea	20
5. <i>Oligochaeta</i>	21
6. Lokasi Penelitian	24
7. Bagan Alur Penelitian	30
8. Pengambilan Makrozoobentos dengan <i>Eckman Grab</i>	32
9. Titik Pengambilan Contoh Sampel	33
10. Water sampler sederhana	34
11. Kondisi Air Sungai Batang Masumai.....	38
12. Grafik Nilai Suhu Perairan Sungai Batang Masumai.....	40
13. Grafik Nilai Kecerahan Perairan Sungai Batang Masumai.....	41
14. Grafik Nilai pH Perairan Sungai Batang Masumai.....	43
15. Grafik Nilai DO Perairan Sungai Batang Masumai	45
16. Grafik Nilai BOD Perairan Sungai Batang Masumai.....	47

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Dokumentasi Penelitian.....	68
2. Alat dan Bahan Penelitian	70
3. Hasil Pengukuran Baku Mutu Air	73

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pencemaran air Sungai Batang Masumai terlihat semakin meningkat. Hal ini terlihat pada sepanjang aliran sungai dengan warna air sungai yang tak lagi bening. Warna air sungai berubah menjadi lebih keruh kecoklatan dari warna air sungai dalam keadaan normal. Hal ini dapat disebabkan karena adanya aktivitas yang dilakukan oleh warga di beberapa titik sepanjang Sungai Batang Masumai. Aktivitas tersebut antara lain adalah perkebunan sawit, kegiatan memancing, serta kegiatan dari aktivitas rumah tangga. Aktivitas lain yang menyumbang limbah pencemaran yang cukup banyak berasal dari aktivitas penambangan emas tanpa izin (PETI). Pencemaran air akibat pembuangan logam berat ke dalam sungai tentunya dapat membahayakan masyarakat sekitar. Efek yang ditimbulkan dari penambangan antara lain erosi sungai, kekeruhan air, air tidak layak diminum, iritasi pada kulit dan dapat menyebabkan gatal-gatal pada kulit. Sebagian masyarakat dapat kehilangan mata pencarian yang bekerja sebagai petani ataupun nelayan karena tidak adanya lagi lahan untuk pertanian khususnya persawahan dan berkurangnya organisme air untuk di tangkap (Ramadhani, 2022).

Menurut Delgado (2012) penambangan emas yang dilakukan pada pinggir sungai merupakan penambangan emas tradisional dengan menggunakan alat penggerak (*Excavator*) untuk mengeruk tanah dan mengangkatnya. Pada kegiatan usaha pertambangan emas skala kecil, pengolahan bijih dilakukan dengan proses amalgamasi dimana merkuri (Hg) digunakan sebagai media memisahkan emas dengan bahan kimia pengikat. Limbah hasil proses pemisahan emas dengan menggunakan bahan kimia pada umumnya dibuang dan dialirkan langsung ke sungai dapat menyebabkan cahaya terhalang masuk kedalam air sehingga menyebabkan kekeruhan menjadi tinggi (Widyatmoko, 2010).

Bioindikator merupakan komponen biotik yang dijadikan sebagai petunjuk kualitas suatu lingkungan. Dengan adanya bioindikator dapat menunjukkan perubahan kualitas perairan yang terjadi karena aktivitas manusia maupun kerusakan secara alami (Sumenge, 2008). Parameter makrozoobentos dapat menunjukkan kondisi perairan sungai melalui indeks keanekaragamannya. Hewan bentos mempunyai peranan penting dalam ekosistem perairan yaitu sebagai komponen dalam rantai makanan yakni sebagai konsumen pertama dan kedua, atau sebagai sumber makanan dari level trofik yang lebih tinggi seperti ikan. Selain itu, makrozoobentos dapat membantu proses awal dekomposisi

material organik di dasar perairan yang dapat mengubah material organik berukuran besar menjadi potongan yang lebih kecil sehingga mikroba lebih mudah untuk menguraikannya (Izmiarti, 2018).

Penurunan kualitas perairan dapat menyebabkan terjadinya perubahan komposisi organisme yang menghuni suatu perairan tersebut. Komunitas organisme dapat digunakan sebagai pendekatan dalam menduga kualitas perairan tempat organisme itu berada. Struktur komunitas makrozoobentos dapat memberikan gambaran tentang keadaan terganggu atau tidaknya suatu perairan. Faktor yang mendasari penggunaan makrozoobentos sebagai organisme indikator kualitas perairan adalah karena sifat bentos yang relatif diam atau memiliki mobilitas yang rendah sehingga sangat banyak mendapat pengaruh dari lingkungan (Fachrul, 2007). Kualitas perairan dikatakan baik biasanya memiliki keanekaragaman jenis yang tinggi dan sebaliknya perairan yang buruk atau tercemar keanekaragaman jenis sedikit termasuk makrozoobentos. Dalam suatu perairan yang belum tercemar, jumlah individu relatif merata dari semua spesies yang ada. Sebaliknya suatu perairan tercemar, penyebaran jumlah individu tidak merata dan cenderung ada spesies yang mendominasi (Odum, 2005).

Dengan adanya aktivitas PETI yang mengakibatkan pencemaran pada air Sungai Batang Masumai tersebut, diperlukan suatu upaya pemantauan dan pengelolaan kondisi lingkungan perairan sungai. Salah satu upaya pemantauannya yaitu dengan mengidentifikasi bagaimana struktur komunitas makrozoobentos yang terdapat di sungai sebagai bioindikator kualitas perairan. Maka dari itu perlunya dilakukan penelitian tentang dampak aktivitas penambangan emas tanpa izin (PETI) di Sungai Batang Masumai Kabupaten Merangin pada keanekaragaman makrozoobentos sebagai bioindikator pencemaran air sehingga dapat memberikan gambaran yang lebih jelas tentang kondisi lingkungan perairan di Sungai Batang Masumai Kabupaten Merangin.

1.2 Rumusan Masalah

Sungai Batang Masumai merupakan sungai yang berada di Kabupaten Merangin yang sampai saat ini masih digunakan untuk aktivitas sehari-hari dan juga digunakan sebagai salah satu lokasi dari penambangan emas tanpa izin (PETI). Kondisi lingkungan perairan, seperti parameter fisika dan kimia dari perairan mempengaruhi tingkat keanekaragaman makrozoobentos. Keberadaan makrozoobentos juga sangat dipengaruhi oleh

kandungan bahan organik dan anorganik yang terdapat pada limbah hasil dari aktivitas PETI. Semakin tinggi kandungan merkuri di sungai akan menyebabkan kekeruhan di aliran sungai terutama ke arah hilir yang akan berakibat pada kehidupan makrozoobentos dan kelimpahan makrozoobentos yang dapat bertahan. Keragaman struktur komunitas inilah yang menjadi bioindikator dari kualitas perairan, sehingga perlu diketahui untuk menduga kondisi lingkungan perairan.

Berdasarkan hal tersebut, maka didapatkan rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana keanekaragaman makrozoobentos yang ada di perairan Sungai Batang Masumai?
2. Bagaimana kualitas air Sungai Batang Masumai berdasarkan indeks keanekaragaman, indeks keseragaman dan indeks dominansi makrozoobentos?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui keanekaragaman makrozoobentos yang ada di perairan Sungai Batang Masumai.
2. Untuk mengetahui kualitas air Sungai Batang Masumai berdasarkan indeks keanekaragaman, indeks keseragaman dan indeks dominansi makrozoobentos.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Lokasi perairan yang diamati berada di daerah aliran Sungai Batang Masumai yang terbagi menjadi 3 titik pengambilan sampel.
2. Bioindikator yang digunakan adalah makrozoobentos diidentifikasi berdasarkan ciri-ciri morfologi sampai tingkat famili.
3. Sifat fisika dan kimia yang akan dianalisis antara lain: suhu, pH, kecerahan, DO dan BOD
4. Indeks keanekaragaman menggunakan rumus Shannon-Wiener dan indeks dominansi menggunakan rumus Simpson.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Bagi peneliti, penelitian ini untuk meningkatkan pengetahuan, pemahaman bagi pembaca dan melanjutkan penelitian yang sejenis dan lebih mendalam dengan variabel yang berbeda.

2. Bagi masyarakat yaitu penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai kondisi pencemaran air sungai yang terjadi di Sungai Batang Masumai sehingga dapat membuat masyarakat sadar akan pentingnya menjaga ekosistem sungai.
3. Bagi institusi yaitu sebagai bahan masukan untuk menambah kepustakaan tentang tingkat pencemaran air Sungai Batang Masumai dan keanekaragaman makrozoobentos.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pencemaran Air Sungai

Pencemaran air menurut Fardiaz (1992), dapat diartikan sebagai suatu perubahan keadaan di suatu tempat penampungan air seperti danau, sungai, lautan dan air tanah akibat aktivitas manusia. Perubahan ini mengakibatkan penurunan kualitas air hingga ke tingkat yang membahayakan sehingga air tidak bisa digunakan sesuai peruntukannya. Fenomena alam seperti gunung berapi, badai, gempa bumi dan lain- lain juga mengakibatkan perubahan terhadap kualitas air, tapi dalam pengertian ini tidak dianggap sebagai pencemaran.

Berdasarkan sumbernya (Mudarisin, 2004) jenis limbah cair yang dapat mencemari air dapat dikelompokkan menjadi beberapa golongan yaitu: Limbah cair domestik (limbah cair yang berasal dari pemukiman, tempat-tempat komersial dan tempat-tempat rekreasi), Limbah cair industri (limbah cair yang dikeluarkan oleh industri sebagai akibat dari proses produksi), Limbah pertanian (limbah yang bersumber dari kegiatan pertanian seperti penggunaan pestisida, herbisida, fungisida dan pupuk kimia yang berlebihan), dan *infiltration/inflow* (limbah cair yang berasal dari perembesan air yang masuk ke dalam dan luapan dari sistem pembuangan air kotor).

Menurut Soegianto (2010), sumber pencemaran tersebut dapat pula diklasifikasikan ke dalam (1) sumber tetap atau berasal dari lokasi yang dapat diidentifikasi, dan (2) sumber tidak tetap. Kualitas kehidupan di dalam air sangat dipengaruhi oleh kualitas perairan itu sendiri sebagai media hidup organisme air. Makin buruk kualitas perairan, makin buruk pula kehidupan di dalam perairan tersebut. Ini berarti bahwa komunitas organisme yang hidup di perairan jernih berbeda dengan yang hidup di perairan tercemar. Berdasarkan pada kenyataan inilah kemudian dapat dilakukan pendugaan tingkat pencemaran perairan melalui pendekatan biologis.

Salah satu sumber air yang sangat tercemar saat ini yaitu sungai. Sungai yang ada di Indonesia kebanyakan tidak sehat padahal fungsi sungai bagi manusia sangat banyak. Tidak hanya itu saja namun fungsi sungai juga banyak sekali bagi ekosistem yang ada di sungai tersebut. Definisi tepat bagi pencemaran air dibagi menjadi dua kelompok yaitu dengan masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, energi, zat maupun komponen lainnya yang dapat menyebabkan kelebihan pada bahan baku mutu yang telah ditetapkan. Terjadinya pencemaran sungai diakibatkan oleh dua sumber yang pertama yaitu sumber tertentu. Contoh dari sumber tertentu ini merupakan hasil dari suatu aktivitas industri serta dari

suatu limbah domestik terpadu. Sumber kedua yaitu sumber tak tentu yang mana sumber ini berasal dari suatu kegiatan pemukiman, transportasi, pertanian. Pencemaran air juga dapat terjadi secara biologi, kimia maupun fisika. Pencemaran secara kimia saja dapat dibagi menjadi dua yaitu kimia organik serta kimia anorganik. Pencemaran yang timbul dari tiga faktor tersebut jika melebihi baku mutu akan memiliki dampak negatif bagi biota perairan serta manusia jika digunakan dalam kehidupan sehari-hari (Firmansyah, 2021).

2.2 Pencemaran Sungai Akibat Penambangan Emas Tanpa Izin (PETI)

Karakteristik sungai dan pencemaran yaitu jika limbah yang masuk kedalam sungai tidak berlebihan, umumnya aliran air sungai dapat menguraikan limbah tersebut dan dapat memperbaiki suplai *Dissolved Oxygen* (DO) melalui difusi dengan atmosfer. Limbah yang masuk ke sungai umumnya memiliki kadar DO yang rendah, maka pada bagian hilir kadar DO berangsur-angsur meningkat kembali sampai ketinggian normal (Sukaidi, 1999).

Di Indonesia terdapat beberapa daerah yang kondisi air sungainya mengalami penurunan kualitas air akibat adanya penambangan emas tanpa izin (PETI) yang dilakukan disepanjang aliran sungai. Apabila kondisi ini berlangsung lama, maka akan memberikan dampak buruk bagi kerusakan lingkungan bahkan kesehatan. Hal ini terutama dirasakan oleh masyarakat yang tinggal disepanjang aliran sungai yang memanfaatkan air sungai tersebut sebagai sumber penghidupan. Penambangan emas merupakan proses atau teknik yang digunakan dalam pengambilan emas dari tanah (Sulistiyono, 2016).

Emas merupakan kekayaan sumber daya alam Indonesia, yang termasuk dalam golongan sumber daya yang tidak dapat diperbaharui. Sektor pertambangan merupakan salah satu andalan untuk mendapatkan devisa dalam rangka kelangsungan pembangunan negara dampak dari kegiatan pertambangan dapat bersifat positif bagi pemasukan daerah dan dampak negatif pada kesehatan akibat terkontaminasinya lingkungan oleh merkuri. Kegiatan penambangan emas memang dapat meningkatkan pendapatan masyarakat, namun demikian penambangan emas juga dapat merugikan jika dalam pelaksanaannya tanpa diikuti proses pengolahan limbah hasil pengolahan emas secara benar (Fauzi, 2004).

Menurut Rahmayani (2014), salah satu cara pengolahan emas adalah proses amalgamasi yang menggunakan merkuri (Hg) dalam proses pengolahannya. Merkuri biasa digunakan sebagai bahan kimia pembantu yang sesuai dengan sifatnya untuk mengikat butiran-butiran emas agar mudah dalam pemisahan dengan partikel-partikel lainnya. Cara penambangan emas dan pengolahan biji emas oleh para penambang liar ini sangat sederhana, tetapi

akibat kesederhanaan dan ketidaktahuan serta ketidakpedulian mereka telah membawa akibat buruk bagi kelangsungan hidup di lingkungan sekitarnya yang berpotensi menyebabkan efek racun pada penambang itu sendiri.

Logam berat menjadi berbahaya disebabkan sistem bioakumulasi yaitu peningkatan konsentrasi unsur kimia di dalam tubuh makhluk hidup. Logam-logam berat dapat menimbulkan efek kesehatan bagi manusia tergantung pada bagian mana logam berat tersebut terikat dalam tubuh. Daya racun yang dimiliki akan bekerja sebagai penghalang kerja enzim sehingga proses metabolisme tubuh terputus (Amalia, 2017). Merkuri dalam bentuk logam biasanya akan menumpuk di ginjal dan sistem saraf yang akan mengganggu bila akumulasinya semakin banyak (Edward, 2008).

Sadar atau tidak kegiatan PETI akan merusak lingkungan juga membahayakan jiwa penambang karena keterbatasan pengetahuan si penambang dan juga karena tidak adanya pengawasan dari dinas instansi terkait (Yudhistira, 2008). Kejadian keracunan merkuri sering terjadi seperti "*Minamata Disease*", yaitu kejadian keracunan merkuri di Kota Minamata Jepang. Pencemaran limbah merkuri dari pabrik kimia Chisso Corp tahun 1958 menyebabkan pencemaran pada ikan dan mengakibatkan lebih dari 1.000 orang meninggal dan menghabiskan biaya sebesar USD 342 juta untuk membersihkan Teluk Minamata. Kasus keracunan merkuri lainnya terjadi di Irak tahun 1971, 450 orang dilaporkan meninggal dan 6.500 orang dirawat di rumah sakit. Di Pakistan tahun 1963, dilaporkan 4 orang meninggal dan 34 orang lainnya dirawat di rumah sakit akibat keracunan merkuri. Tahun 1966 di Guatemala, merkuri menyebabkan 20 orang meninggal dan 45 lainnya masuk rumah sakit (Palar, 2008 dalam Rokhman, 2013).

Adapun kadar merkuri Menurut Peraturan Menteri Kesehatan maksimum di dalam air sebesar 0,001 mg/L atau sekitar 1 ($\mu\text{g/L}$). Apabila merkuri masuk ke perairan akan berikatan dengan klor yang ada didalam air membentuk ikatan HgCl . Dalam bentuk tersebut Hg akan mudah masuk ke dalam plankton dan berpindah ke biota air lainnya. Manusia dapat terakumulasi merkuri melalui konsumsi makanan yang tercemar seperti dari ikan dan kerang (Narasiang, 2015). Hg atau merkuri merupakan salah satu unsur yang paling beracun diantara logam berat yang ada dan apabila terpapar pada konsentrasi yang tinggi maka akan mengakibatkan kerusakan otak secara permanen dan kerusakan ginjal (Stancheva, 2013).

2.3 Kualitas Air Sungai

Menurut Yuliastuti (2011) kualitas air adalah sifat air dan kandungan makhluk hidup, zat, energi atau komponen lain di dalam air. Kualitas air

merupakan istilah yang menggambarkan kecocokan air untuk peruntukkan tertentu, misalnya air minum, perikanan, pengairan/irigasi, industri, rekreasi dan sebagainya. Sedangkan kualitas air sungai merupakan kondisi kualitatif yang diukur berdasarkan parameter tertentu dengan metode tertentu sesuai peraturan perundang-undangan yang berlaku. Kualitas air sungai dapat dinyatakan dengan parameter yang menggambarkan kualitas air tersebut. Parameter tersebut meliputi parameter fisika, kimia, dan biologi.

Kualitas air sungai dapat dinyatakan dengan parameter yang menggambarkan kualitas air tersebut. Parameter tersebut meliputi parameter fisika, kimia dan biologi. Parameter fisika kualitas air menggambarkan kondisi yang dapat dilihat secara visual/kasat mata yang meliputi kekeruhan, suhu, kandungan padatan terlarut, rasa, bau, warna dan sebagainya. Parameter kimia meliputi *Power of Hydrogen*, oksigen terlarut atau *disolved oxygen (DO)*, *Biological Oxygen Demand (BOD)*, *Chemical Oxygen Demand (COD)*, kandungan logam, kesadahan dan sebagainya. Parameter biologi meliputi kandungan mikroorganisme dalam air (Asdak, 2010).

Parameter-parameter kualitas air sungai dapat berubah berdasarkan kondisi alami maupun adanya aktivitas antropogenik. Aktivitas antropogenik yang mempengaruhi kualitas air sungai berasal dari perubahan pola pemanfaatan lahan, kegiatan pertanian, permukiman serta industri. Kegiatan pertambangan, pertanian dan permukiman pada dasarnya merubah bentang alam melalui pengolahan tanah, sehingga akan mempengaruhi kualitas air sungai (Asdak, 2010).

Sesuai Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 Pasal 1 mutu air adalah kondisi kualitas air yang diukur dan atau diuji berdasarkan parameter tertentu dan Metode tertentu berdasarkan peraturan perundang undangan yang berlaku. Sedangkan baku mutu air adalah ukuran batas atau kadar makhluk hidup, zat, energi, atau komponen yang ada atau harus ada atau unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya di dalam air. Kelas air adalah peringkat kualitas air yang dinilai masih layak untuk dimanfaatkan bagi peruntukan tertentu.

Berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 klasifikasi dan kriteria mutu air ditetapkan menjadi 4 (empat) golongan yaitu :

1. Kelas I, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
2. Kelas II, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana rekreasi air, pembudidayaan ikan tawar, peternakan air untuk mengairi

tanaman dan peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

3. Kelas III, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan air untuk mengairi tanaman dan peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
4. Kelas IV, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi pertanian dan peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Baku mutu kualitas air dapat dilihat pada tabel 1 berikut :

Tabel 1. Kriteria Mutu Air Berdasarkan PP No. 22 Tahun 2021

PARAMETER	SATUAN	KELAS				KETERANGAN
		I	II	III	IV	
Temperatur	°C	Deviasi 3	Deviasi 3	Deviasi 3	Deviasi 3	Deviasi temperatur dari keadaan alaminya Bagi pengolahan air minum secara konvensional, residu tersuspensi ≤5000 mg/L
Residu Terlarut	mg/L	1000	1000	1000	2000	-
Residu Tersuspensi	mg/L	40	50	100	400	-
pH		6-9	6-9	6-9	6-9	-
BOD	mg/L	2	3	6	12	-
COD	mg/L	10	25	40	80	-
DO	mg/L	6	4	3	1	Angka batas minimum

(Sumber: PP No. 22 Tahun 2021)

Kualitas air sungai dapat ditentukan dengan menggunakan kombinasi parameter fisik-kimia dan biologis karena pencemaran perairan adalah suatu perubahan fisika, kimia dan biologi yang tidak diinginkan pada ekosistem perairan yang akan menimbulkan kerugian pada sumber dan kondisi kehidupan serta proses industri. Pencemaran perairan dapat didefinisikan sebagai dampak negatif atau pengaruh yang dapat membahayakan kehidupan biota air, sumber daya air dan kenyamanan suatu ekosistem perairan, dan kesehatan manusia serta nilai guna lainnya dari ekosistem tersebut yang disebabkan secara langsung oleh pembuangan bahan-bahan atau limbah ke dalam perairan yang berasal dari

kegiatan manusia. Sedangkan parameter biologi lebih berkaitan langsung dengan kondisi ekologi atau kesehatan ekosistem perairan daripada parameter kimia (Rudi, 2015).

2.4 Parameter Kualitas Air

Parameter kualitas air merupakan suatu hal yang penting untuk diketahui bagi pengguna air, baik secara individu, komunitas, dan industri. Kualitas air perlu diketahui sebagai informasi tentang komposisi secara kualitatif dan kuantitatif senyawa kimia, faktor fisika, dan mikroorganisme yang terkandung di dalam air tersebut. Parameter kualitas air adalah indikator yang menyatakan standar kelayakan air tersebut digunakan sesuai peruntukan dan kebutuhannya (Saputra dkk, 2023).

Parameter Kualitas Air Secara Fisika

Parameter fisika, yaitu parameter kualitas air yang dapat dianalisis atau diamati berdasarkan karakteristik fisik dan visual.

Suhu. Suhu atau temperatur pada badan air penerima/sungai dapat berubah karena perubahan musim, perubahan harian dan masukan berupa buangan air limbah yang panas dari industri. Suhu memperlihatkan kecenderungan aktivitas kimiawi dan biologis di dalam air. Perubahan suhu berpengaruh terhadap proses fisika, kimia dan biologi badan air. Kenaikan suhu air akan menimbulkan beberapa akibat sebagai berikut: (1) jumlah oksigen terlarut di dalam air menurun; (2) kecepatan reaksi kimia meningkat; (3) kehidupan ikan dan hewan air lainnya terganggu dan (4) jika batas suhu yang mematikan terlampaui, ikan dan hewan air lainnya mungkin akan mati. Peningkatan suhu juga menyebabkan terjadinya peningkatan bahan organik oleh mikroba. Kisaran suhu optimum bagi pertumbuhan makrozoobentos di perairan adalah 20 °C - 30 °C (Effendi, 2003). Menurut PP 22 Tahun 2021 baku mutu suhu untuk air sungai yaitu deviasi 3 atau ± 3 °C dari suhu normal alamiah. Arti dari deviasi 3 (baku mutu) yaitu sebagai ± 3 °C dari suhu normal alamiah. Jika suhu normal air 25 °C maka kriteria kelas 1 sampai kelas 3 membatasi nilai suhu air di kisaran 22 – 28 °C.

Kecerahan. Kejernihan sangat ditentukan oleh partikel-partikel terlarut dalam lumpur, kemampuan cahaya matahari untuk menembus sampai ke dasar perairan dipengaruhi oleh kekeruhan (*turbidity*) air. Pengaruh utama dari kekeruhan adalah kemampuan cahaya matahari yang tidak menembus sampai ke dasar perairan, sehingga menyebabkan penurunan aktivitas fotosintesis ini berakibat pada penurunan aktivitas perairan (Abida, 2009).

Parameter Kualitas Air Secara Kimia

Parameter kimia, yaitu parameter kualitas air yang ditinjau dari komposisi unsur atau senyawa kimia yang terkandung di dalamnya, baik senyawa organik maupun senyawa anorganik (Saputra dkk, 2023).

pH (Derajat Keasaman). pH merupakan faktor pembatas bagi organisme yang hidup di suatu perairan. Derajat keasaman atau pH air menunjukkan aktivitas ion hidrogen dalam suatu perairan. Nilai pH pada banyak perairan alami berkisar antara 4 sampai 9. Perairan dengan $\text{pH} < 7$ maka perairan ini bersifat asam, sedangkan dengan $\text{pH} > 7$ maka perairan tersebut bersifat alkalis (basa) dan $\text{pH} = 7$ disebut sebagai netral. Perubahan pH air bergantung pada polutan air, air yang memiliki pH lebih kecil atau lebih besar dari kisaran normal maka akan mempengaruhi kehidupan jasad renik (Eugene, 1993).

DO (*Dissolved Oxygen*). DO (*Dissolved Oxygen*) adalah jumlah oksigen yang terlarut dalam volume air tertentu pada suatu suhu dan tekanan atmosfer tertentu. Oksigen merupakan salah satu faktor pembatas, sehingga bila ketersediaannya di dalam air tidak mencukupi kebutuhan biota, maka akan menghambat aktivitas di dalam perairan tersebut. Rendahnya kadar oksigen dapat berpengaruh terhadap fungsi biologis dan lambatnya pertumbuhan, bahkan dapat mengakibatkan kematian. Perairan dikatakan mengalami pencemaran yang serius jika kadar DO dibawah 4 ppm. Kadar DO yang rendah dapat memberikan pengaruh yang berbahaya pada komunitas air. (Kristanto, 2002).

BOD (*Biological Oxygen Demand*). Kebutuhan oksigen biologis atau *Biochemical Oxygen Demand* adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme di dalam air untuk memecah atau mendegradasi bahan organik yang ada di dalam air tersebut. Jumlah mikroorganisme dalam air lingkungan tergantung pada tingkat kebersihan air. Air yang bersih relatif mengandung mikroorganisme lebih sedikit dibandingkan yang tercemar. Air yang telah tercemar oleh bahan buangan yang bersifat antiseptik atau bersifat racun, seperti fenol, kreolin, detergen, asam sianida, insektisida dan sebagainya, jumlah mikroorganismenya juga relatif sedikit. Sehingga makin besar kadar BOD nya, maka merupakan indikasi bahwa perairan tersebut telah tercemar. Kadar oksigen biokimia (BOD) dalam air yang tingkat pencemarannya masih rendah dan dapat dikategorikan sebagai perairan yang baik berkisar 0 - 10 ppm (Salmin, 2005).

2.5 Biomonitoring Kualitas Air

Biomonitoring adalah metode pemantauan kualitas air dengan menggunakan indikator biologis (bioindikator). Bioindikator adalah kelompok atau komunitas

organisme yang keberadaannya atau perilakunya di alam berhubungan dengan kondisi lingkungan. Apabila terjadi perubahan kualitas air maka akan berpengaruh terhadap keberadaan dan perilaku organisme tersebut, sehingga dapat digunakan sebagai penunjuk kualitas lingkungan. Secara umum istilah biomonitoring dipakai sebagai alat atau cara yang penting dan merupakan metode baru untuk menilai suatu dampak pencemaran lingkungan (Mukono, 2006).

Apabila terjadi perubahan kualitas air maka hal itu akan berpengaruh terhadap keberadaan dan perilaku organisme tersebut, sehingga dapat digunakan sebagai penunjuk kualitas lingkungan. Rahayu (2009) mengatakan bahwa kelompok organisme penunjuk kualitas lingkungan yang umum digunakan dalam pendugaan kualitas air adalah plankton (mikroorganisme yang hidup melayang-layang di dalam air), periphyton (alga, cyanobacter, mikroba dan detritus yang hidup di dalam air), mikrobentos (mikroorganisme yang hidup di dalam atau di permukaan air), makrobentos (makroinvertebrata yang hidup di dalam atau di permukaan air), makrophyton (tumbuhan air), nekton (kelompok ikan kecil). Kelompok organisme tersebut sering digunakan dalam pendugaan kualitas air karena dapat mencerminkan pengaruh perubahan kondisi fisik dan kimia yang terjadi di perairan dalam selang waktu tertentu. Indikator yang digunakan sebagai biomonitoring biasanya hidup atau menempati wilayah perairan tertentu atau disebut indikator biologis. Indikator biologis merupakan cara terbaik untuk diterapkan dalam pengelolaan lingkungan karena organisme berinteraksi langsung dengan lingkungannya (Hakim dan Trihadiningrum, 2012).

Bioindikator merupakan kelompok atau komunitas organisme yang saling berhubungan, yang keberadaannya atau perilakunya sangat erat berhubungan dengan kondisi lingkungan tertentu sehingga dapat digunakan sebagai satu petunjuk atau uji kuantitatif. Biomonitoring merupakan metode sangat cepat dan tidak mahal dengan menggunakan peralatan yang sederhana dan dapat pula mengikutsertakan masyarakat umum untuk membantu mengontrol kebersihan dan kesuburan lingkungan lahan perairan, sehingga dapat dilaksanakan dengan segera (Tjokrokusumo, 2006).

2.6 Makrozoobentos Sebagai Bioindikator

Bioindikator didefinisikan sebagai organisme yang dapat memberikan informasi tentang kualitas lingkungan tempat hidupnya. Sedangkan kegiatan bioindikasi merupakan serangkaian aktivitas untuk mendapatkan informasi terkait kondisi dan status suatu lingkungan dengan memanfaatkan organisme hayati yang tinggal di dalamnya (Hornby dan Bateman, 1997).

Umumnya pemantauan kualitas air dilakukan dengan parameter fisik atau kimia saja, namun belakangan ini mulai dilakukan pemantauan dengan memanfaatkan keberadaan biota akuatik. Biota akuatik lebih dipilih karena lebih tegas dalam mengekspresikan kerusakan sungai akibat pencemaran, karena biota akuatik bersentuhan langsung dengan sungai dalam kurun waktu yang lama, sedang sifat fisik dan kimia cenderung menggambarkan keadaan sesaat pada waktu pengukuran saja. Menurut Astirin dan Setiawan (2000), selain lebih murah dalam pembiayaan, pemantauan kualitas sungai dengan parameter biota akuatik bisa dilakukan dengan lebih cepat, mudah diinterpretasikan, dan cukup sah dalam menunjukkan kualitas lingkungan. Bahkan lebih jauh, status komponen biotik dapat menggambarkan kondisi fisika, kimia, dan biologi secara sekaligus (Odum, 1993).

Hewan makrobentos memiliki berbagai peranan penting antara lain, sebagai bagian penting dalam sistem jaring-jaring makanan ekosistem perairan, baik sungai, danau, pesisir maupun laut dalam. Memiliki peranan penting dalam memperbaiki struktur sedimen melalui aktivitas menggali lubang, mengebor, bioturbasi, ekskresi dan lain-lain. Sebagai bagian penting dalam menentukan kualitas perairan atau bioindikator, melalui kehadiran/ketidakhadiran, perbandingan jumlah kepadatan antar jenis/kelompok makrobentos antar ruangan waktu, dan dominansi taksa tertentu (Putro, 2014).

Organisme yang hidup di perairan dapat dijadikan pendeteksi kualitas suatu perairan, yang dikenal dengan nama bioindikator atau biological indicator. Bioindikator adalah kelompok atau komunitas organisme yang saling berhubungan keberadaannya atau perilakunya sangat erat berhubungan dengan kondisi lingkungan tertentu sehingga dapat digunakan sebagai petunjuk atau uji kuantitatif (Rahmawati, 2016).

Tabel 2. Klasifikasi Derajat Pencemaran Air Berdasarkan Indeks Diversitas Komunitas Hewan Makrobentos

Derajat Pencemaran	Indeks diversitas komunitas
Tercemar berat	<1,0
Tercemar sedang	1,0 – 1,6
Tercemar ringan	1,6 – 2,0
Tidak tercemar	> 2,0

(Sumber : Sastrawijaya, 2019)

Menurut Melati (2007), 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 (1976) menggolongkan bentos berdasarkan ukurannya, yaitu bentos mikroskopis atau di kenal dengan sebutan mikrobentos dan makrobentos. Selanjutnya Lind (1979) memberikan definisi, bentos adalah semua organisme yang hidup pada lumpur, pasir, batu, kerikil, maupun sampah organik baik di dasar perairan laut, danau, kolam, ataupun sungai, merupakan hewan melata, menetap, menempel, memendam, dan meliang di dasar perairan tersebut.

Makrozoobentos lebih banyak dan lebih umum digunakan untuk memantau tingkat pencemaran, sebab informasi taksonomik dan biologi makrozoobentos lebih banyak diketahui. Keterbatasan mobilitas untuk menghindari kondisi yang kurang menguntungkan, mengakibatkan makrozoobentos sering terekspos pada kontaminan yang terakumulasi dalam sedimen. Dengan demikian perubahan kondisi lingkungan perairan dapat tergambar atau terekam lewat perubahan keragaman makrozoobentos atau sebagai pita rekaman perubahan lingkungan di sekitarnya. Substrat dasar perairan mempengaruhi spesies makrozoobentos yang menghuninya.

Peranan Makrozoobentos Dalam Ekosistem

Menurut Setiawan (2008), bahwa peranan bentos di perairan adalah :

1. Mendaur ulang bahan organik dan membantu proses mineralisasi. Dalam komunitas perairan, makrozoobentos memiliki peranan yang penting dalam mendaur ulang bahan organik sehingga dapat digunakan dalam menduga tingkat kesuburan perairan. Menurut Odum (1993), organisme bentik mempunyai hubungan yang erat sekali dengan sumberdaya perikanan melalui hubungan rantai makanan. Hubungan ini berdasarkan atas rantai makanan detritus yang dimulai dari organisme mati. Organisme mati ini diuraikan oleh mikroorganisme, kemudian mikroorganisme beserta hancurannya dimakan oleh pemakan detritus (detritivor). Detritivor ini selanjutnya dimakan oleh beberapa jenis ikan dan udang.
2. Mempunyai kedudukan penting dalam rantai makanan. Rantai makanan adalah perpindahan energi dan materi dari makhluk hidup yang satu ke makhluk hidup yang lain melalui proses makan memakan dengan urutan tertentu. Suatu rantai makanan dapat disusun dalam piramida makanan adalah komposisi rantai makanan yang semakin keatas jumlahnya semakin kecil (Sumantri, 2009). Bentos dapat pula berperan sebagai produsen, baik primer maupun sekunder. Pennak (1989) menyebutkan bahwa bentos khususnya larva serangga merupakan makanan alami bagi ikan pemakan hewan.

Indikator pencemaran

Beberapa alasan tentang keuntungan menggunakan makrozoobentos dibandingkan dengan biota air lainnya untuk pendugaan kualitas air seperti yang telah diungkap oleh Chessman (2003) antara lain sebagai berikut :

1. Struktur komunitas dari makrozoobentos seringkali dapat digunakan sebagai bioindikator lingkungan yang mewakili kondisi lokalnya, karena banyak dari hewan tersebut bersifat sesile. Dengan keterbatasan tersebut maka hewan ini sangat cocok untuk digunakan dalam penilaian pengaruh aktivitas antropogenik pada tempat spesifik.
2. Makrozoobentos mampu mengintegrasikan adanya perubahan variasi lingkungan yang relatif singkat. Banyak spesies makrozoobentos mempunyai waktu siklus hidup yang relatif kompleks dari yang satu tahun hingga lebih. Sensitivitas pada siklus hidup akan merespon stress lebih cepat dibandingkan dengan struktur komunitas.
3. Identifikasi hewan ini biasanya relatif mudah hingga sampai tingkat famili, dan banyak pula dari taksa yang tergolong toleran dapat diidentifikasi sampai pada level genus. Beberapa indeks telah disusun secara sederhana hanya dengan menggunakan tingkat famili, sehingga memudahkan dalam pendugaan status pencemaran atau tingkat gangguan pada ekosistem sungai.
4. Respon stress yang dihasilkan makrozoobentos dapat ditunjukkan pada ingkatan tropik dan kisaran toleransi yang berbeda terhadap polusi, sehingga memungkinkan untuk menggabungkan informasi tersebut ke dalam interpretasi kumulatif.
5. Makrozoobentos merupakan sumber utama bagi makanan ikan, dan banyak spesies penting yang secara komersil digunakan untuk kepentingan rekreasi.
6. Makrozoobentos di lingkungan perairan merupakan komponen utama penyusun dari aktivitas diversitas biologi sungai. Pengertian tentang hubungan pengaruh dan dampak dari aktivitas manusia terhadap kehidupan makrozoobentos akan membantu dalam menemukan cara untuk konservasi dari biota tersebut.
7. Distribusi makrozoobentos yang luas dengan bermacam-macam tipe badan air dari yang beriklim tropis hingga temperate. Kemampuan untuk mengakumulasi dari bahan polutan yang bermacam-macam, sehingga dapat digunakan untuk mempelajari nasib dari suatu polutan yang dipaparkan pada biota air melalui studi bioakumulasi.

Klasifikasi Makrozoobentos

Makrozoobentos hidup dalam jaring-jaring makanan pada ekosistem perairan berperan sebagai konsumen tingkat 2 atau herbivora pemakan plankton, karnivora, detritivore, dan pemakan suspensi. Menurut cara makannya, makrozoobentos dikelompokkan menjadi dua kelompok yaitu penyaring air (*filter feeder*), dan pengambil makanan dalam substrat dasar (*deposit feeder*). Setiap tipe memiliki habitat substrat yang spesifik pula. Filter feeder seperti moluska, Crustacea, dan echinodermata kerap ditemukan di atas substrat berpasir menyaring partikel melayang. Sedangkan deposit feeder ditemukan dalam substrat berlumpur. *Deposit feeder* mencari makanan dalam lumpur dengan cara mengasimilasikan bahan organik yang dapat dicerna (Setiyobudiandi, 1997).

Makrozoobentos juga dapat diklasifikasikan menurut ukurannya. Menurut Sinaga (2009) zoobentos terbagi menjadi tiga kelompok berdasarkan ukurannya yaitu:

1. Mikrozoobentos: berukuran lebih kecil dari 0,1 mm. Contohnya adalah bakteri, diatom, ciliata, amoeba, dan flagellata.
2. Meiozoobentos: berukuran 0,1 – 1,0 mm. Contohnya adalah nematoda, cepepoda, dan foraminifera.
3. Makrozobentos: berukuran lebih dari 1 mm (0.04 inci). Contohnya adalah cacing, annelida, moluska, sponge dan krustasea.

Habitat Makrozoobentos

Bentos sering disebut sebagai organisme-organisme yang hidup pada dasar perairan, Menurut Odum (1993) bentos adalah organisme yang melekat atau beristirahat pada dasar atau hidup di dasar endapan. Berdasarkan ukurannya, hewan bentos yang tersaring dengan saringan bentos berukuran 0,5 mm disebut makrobentos (Setyobudiandi, 1997), sedangkan zoobentos adalah hewan yang melekat atau beristirahat pada dasar atau hidup di dasar endapan. Berdasarkan tempat hidupnya, zoobentos dibagi atas dua kelompok yaitu epifauna ialah organisme bentik yang hidup dan berasosiasi dengan permukaan substrat dan infauna yaitu organisme bentik yang hidup di dalam sedimen (substrat) dengan cara menggali lubang (Nybakken, 1992).

Kelompok infauna sering mendominasi komunitas substrat yang lunak dan melimpah di daerah subtidal, sedangkan epifauna adalah makrozoobentos yang hidup di permukaan dasar perairan yang bergerak dengan lambat di atas permukaan dari sedimen yang lunak atau menempel pada substrat yang keras dan melimpah di daerah intertidal (Nybakkken, 1992).

Makrozoobentos dapat dimasukkan kedalam jenis hewan makroinvertebrata. Taksa utama dari kelompok ini umumnya adalah insekta,

moluska, chaetopoda, dan Crustaceae. Umumnya bentos yang sering dijumpai di suatu perairan adalah dari taksa Crustaceae, moluska, insecta, chaetopoda (Barus, 2004).

Cara Makan Makrozoobentos

Menurut Jeffries & Mills (1996), makrozoobentos dapat dibedakan dalam empat golongan berdasarkan kebiasaannya makannya yaitu :

1. Perumput (*grazer*) dan pengikis (*scraper*) yaitu herbivora pemakan alga yang tumbuh melekat pada substrat.
2. Pemarut (*shredder*), yaitu detritivora pemakan partikel ukuran besar.
3. Kolektor (*collector*) yaitu detritivora pemakan partikel halus baik yang berupa suspensi dan berupa endapan.
4. Predator yaitu berupa hewan karnivora.

Selanjutnya Odum (1993) membedakan hewan bentos berdasarkan cara makannya, yaitu pemakan penyaring (*filter feeder*), contohnya kerang dan pemakan deposit (*deposit feeder*), contohnya siput. Di samping itu, bentos dapat juga dibedakan berdasarkan pergerakannya, yaitu hewan bentik yang hidupnya menetap (sesil) dan hewan bentik yang hidupnya berpindah.

Menurut Noortiningsih (2008) pada suatu ekosistem akuatik, baik air tawar atau laut, makrozoobentos, meiofauna dan foraminifera, merupakan bagian dari rantai makanan yang keberadaannya bergantung pada populasi organisme yang tingkatnya lebih rendah sebagai sumber pakan (misalnya ganggang) dan hewan predator yang tingkat trofiknya lebih tinggi.

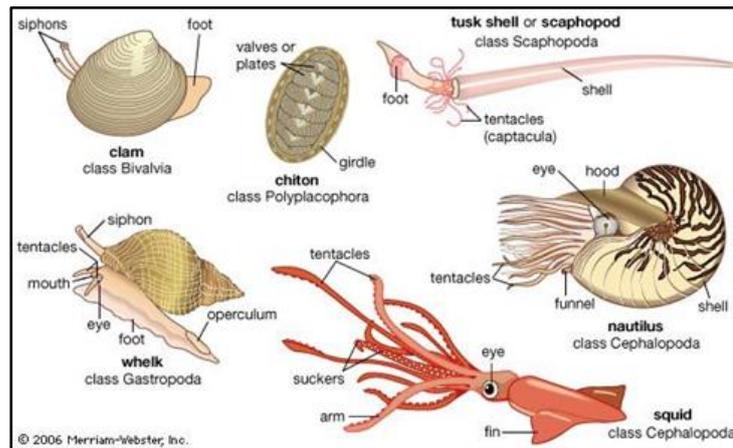
Berdasarkan fakta bahwa arus adalah searah, dapat diperkirakan bahwa bagian atas sungai. Dalam kondisi normal, dilaporkan ± 160 individu per 100 m³ aliran air yang mencapai puncak pada malam hari, khususnya segera setelah matahari terbenam (Bishop, 1973). Kemungkinan fenomena ini disebabkan selama siang hari beberapa organisme bersembunyi diantara kerikil atau sedimen dari sungai dan makan di permukaan air setelah intensitas sinar terhalang, atau karena menjadi aktif setelah matahari tenggelam, khususnya hewan-hewan predator (Goltenboth, 2012).

Jenis Makrozoobentos

Organisme makrobentos terdiri dari Moluska, Crustacea, Insecta dan Oligochaeta. Moluska yang banyak ditemukan di ekosistem sungai adalah gastropoda. Crustacea merupakan kelas dari Arthropoda yang hidupnya menempati perairan baik air tawar maupun laut. Contohnya adalah Cambarus. Kelas Insecta merupakan Arthropoda yang tubuhnya terbagi atas kepala, dada

dan perut. Mereka dapat hidup hampir di semua tempat baik di darat maupun di air.

Moluska. Moluska berasal dari kata Romawi yaitu *mollis* yang artinya lunak dan jenis yang umum dikenal adalah siput, kerang, dan cumi-cumi. Filum ini sudah ada sejak periode Cambrian (105 juta tahun yang lalu) terdapat 100.000 spesies hidup dan 35.000 spesies fosil, umumnya dijumpai di laut dangkal, di air payau, air tawar dan darat.

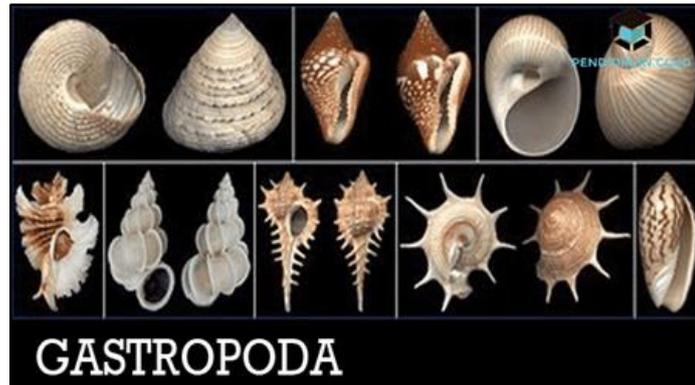


Gambar 1. Moluska
(Sumber : pinterest.com, 2022)

Moluska adalah hewan lunak dan tidak memiliki ruas. Tubuh hewan ini umumnya memiliki tubuh bilateral simetris dan tidak bersegmen. Umumnya memiliki cangkok yang berfungsi sebagai rumah (rangka luar) yang terbuat dari zat kapur yang keras (*shell*), memiliki extremitas, bentuk tubuh bervariasi, organ digesti, respirasi, ekskresi dan reproduksi lengkap.

Gastropoda. Gastropoda merupakan kelas Moluska yang terbesar dan populer. Ada sekitar 50.000 spesies gastropoda yang masih hidup dan 15.000 jenis yang telah menjadi fosil. Sebagian besar gastropoda mempunyai cangkok (rumah) dan berbentuk spiral. Pernapasan bagi gastropoda yang hidup di darat menggunakan paru-paru, sedangkan yang hidup di air bernafas dengan insang.

Gastropoda mempunyai alat reproduksi jantan dan betina yang bergabung. Gastropoda adalah hewan hemafrodit, tetapi tidak mampu melakukan autofertilisasi. Alat ekskresi berupa sebuah ginjal yang terletak dekat jantung. Sistem peredaran darah terbuka, jantung terdiri dari serambi dan bilik (ventrikel) yang terletak dalam rongga tubuh. Contoh dari kelas gastropoda adalah *Achantina fulica*.



Gambar 2. Gastropoda
(Sumber : pendidikan.co.id, 2022)

Pelecypoda. Kelas ini meliputi remis, tiram dan bangsa kepal lainnya. Habitatnya di air tawar dan di laut. Beberapa jenis membenamkan diri di pasir atau lumpur, ada juga yang bergerak pelan atau menempel pada objek tertentu. Kelas ini terdiri atas lebih dari 7000 spesies yang tersebar luas di seluruh dunia. Ukurannya berkisar mulai 1 mm hingga 1 m (kerang raksasa) tetapi kebanyakan berukuran antara 1 hingga 2 inch.



Gambar 3. Pelecypoda
(Sumber : id.wikipedia.org, 2022)

Cangkok terdiri atas 2 bagian, kedua cangkok tersebut disatukan oleh suatu sendi elastis yang disebut hinge (terletak di permukaan dorsal). Bagian dari cangkok yang membesar atau menggelembung dekat sendi disebut umbo (bagian cangkok yang umurnya paling tua). Di sekitar umbo terdapat garis konsentris yang menunjukkan garis interval pertumbuhan. Sel epitel bagian luar dari mantel menghasilkan zat pembuat cangkok.

Crustacea. Anggota kelas Crustacea pada umumnya merupakan hewan akuatik. Pembagian tubuh sudah jelas, terdiri atas bagian kepala, dada dan perut. Bagian kepala dan dada menyatu dan disebut Cephalothorax. Bagian

kepala merupakan penyatuan 5 buah segmen. Di bagian kepala tersebut dijumpai sepasang antenula, sepasang antena, sepasang mandibula, dan 2 pasang maksila.



Gambar 4. Crustacea
(Sumber : id.wikipedia.org, 2022)

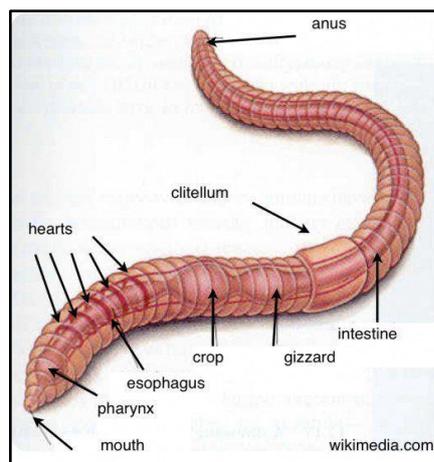
Anggota kelas Crustacea pada umumnya merupakan hewan akuatik. Pembagian tubuh sudah jelas, terdiri atas bagian kepala, dada dan perut. Bagian kepala dan dada menyatu dan disebut Cephalothorax. Bagian kepala merupakan penyatuan 5 buah segmen. Di bagian kepala tersebut dijumpai sepasang antenula, sepasang antena, sepasang mandibula, dan 2 pasang maksila.

Crustacea dapat hidup dalam berbagai habitat air tawar, air asin dan daratan. Banyak anggota kelas ini yang bermanfaat bagi manusia, walaupun ada beberapa yang merugikan. Crustacea dibagi menjadi beberapa subkelas, di antaranya:

1. Cephalocarida, yang merupakan Crustacea primitif
2. Branchiopoda, yang merupakan Crustacea renik penghuni air tawar
3. Ostracoda, yang juga merupakan Crustacea renik, tetapi penghuni air tawar dan air asin.
4. Copepoda, yaitu Crustacea planktonik yang jumlahnya meliputi 70% dari seluruh jumlah jenis zooplankton yang ada, baik yang hidup di air tawar, maupun air asin.

Oligochaeta. Oligochaeta adalah kelas dari filum Annelida. Namanya berasal dari kata oligo yang artinya sedikit dan chaeta yang artinya rambut kaku. Segmen pada tubuh Oligochaeta hanya terdapat sedikit setae. Segmen-segmen tertentu memiliki klitelum yang berfungsi untuk melindungi telur-telur. Reproduksi dilakukan dengan cara hermafrodit namun tidak pernah terjadi pembuahan sendiri. Habitat di air tawar atau di daratan (tanah). Cacing ini bersifat saprofit dengan memakan zat organik dan organisme yang telah mati. Contoh Oligochaeta adalah cacing tanah Amerika (*Lumbricus terrestris*), cacing tanah Asia (*Pheretima*), cacing merah/cacing sutera (*Tubifex*), cacing tanah

raksasa Australia (*Digaster longmani*), dan cacing raksasa sumatra (*Momiligaster hautenii*). Keberadaan makrozoobentos tertentu, khususnya jika kemelimpahannya memadai, menunjukkan bahwa tuntutan lingkungan terpenuhi. Meskipun demikian ketidak beradaannya tidak harus menunjukkan hal yang sebaliknya, contoh satu spesies bisa secara kompetitif terpisah dari suatu habitat tertentu karena spesies yang lain. Keberadaan dan ketiadaan kelimpahan relatif dari spesies bisa digunakan sebagai indikator kualitas lingkungan.



Gambar 5. Oligochaeta
(sumber : pinterest.com, 2022)

Hubungan Antara Toleransi dan Kepekaan Makrozoobentos

Kepekaan dan toleransi adalah dua konsep yang berhubungan erat dan sering digunakan dalam konteks berbagai bidang, termasuk ekologi, biologi, dan sains lingkungan. Kepekaan merujuk pada sejauh mana suatu organisme atau sistem merespons terhadap perubahan atau rangsangan tertentu. Organisme yang peka mungkin mengalami dampak yang lebih besar atau respon yang lebih kuat terhadap perubahan lingkungan. Sedangkan toleransi merujuk pada kemampuan suatu organisme atau sistem untuk bertahan atau berkembang biak dalam kondisi lingkungan tertentu. Organisme yang toleran dapat tetap hidup atau berkembang biak di bawah kondisi lingkungan yang mungkin menimbulkan stres bagi organisme lain (Setyobudiandi, 1997).

Dalam konteks ekologi dan sains lingkungan, pemahaman tentang kepekaan dan toleransi organisme membantu dalam mengidentifikasi dampak perubahan lingkungan, memprediksi respons komunitas ekologi terhadap gangguan, dan merencanakan konservasi dan manajemen sumber daya alam.

2.7 Penelitian Terkait

Berikut adalah beberapa penelitian terkait yang telah menguji kualitas air berdasarkan makrozoobentos sebagai bioindikator.

1. Makrozoobentos Sebagai Indikator Biologis dalam Menentukan Kualitas Air Sungai Suhuyon Sulawesi Utara

Makrozoobentos yang ditemukan di Sungai Suhuyon terdiri dari 3 filum, 4 kelas, 10 bangsa, 21 suku dan 22 marga. Berdasarkan indeks keanekaragaman makrozoobentos (H') kualitas air sungai Suhuyon termasuk ke dalam kelompok perairan tercemar sedang. Berdasarkan PP No. 82 Tahun 2001 air pada Sungai Suhuyon tidak dapat digunakan sebagai air minum (Baku mutu Air Kelas 1). Air pada sungai Suhuyon hanya dapat digunakan dalam sistem pengairan, budidaya ikan air tawar dan sarana rekreasi air.

2. Makrozoobentos Sebagai Bioindikator Kualitas Air Di Sungai Batang Serangan Tangkahan Kecamatan Batang Serangan Kabupaten Langkat Sumatera Utara

Metode yang digunakan dalam penentuan lokasi sampling untuk pengambilan sampel penelitian adalah *Purpossive Random Sampling* pada enam titik pengambilan sampel pengamatan. Pada tiap titik pengambilan sampel pengamatan ditentukan tiga daerah sampling yaitu daerah pinggir kanan (A1), bagian tengah (A2) dan bagian kiri (A3) dan pada tiap daerah pengambilan sampel dilakukan 5 kali ulangan. Dalam penelitian ini dilakukan pengukuran parameter fisika, kimia dan biologi perairan sebagai bioindikator kualitas air. Kualitas air Sungai Batang Serangan Tangkahan Kecamatan Batang Serangan Kabupaten Langkat adalah baik berdasarkan nilai indeks biotik dan metode Storet termasuk katagori baik. Ditemukan jenis-jenis makrozobenthos dari ordo *Ephemeroptera*, *Plecoptera* dan *Trecoptera* yang berperan sebagai bioindikator kualitas air.

3. Peranan Makrozoobentos Sebagai Bioindikator Kualitas Air Di Sungai Bilah Labuhanbatu

Sungai Bilah merupakan sungai yang terbesar di Kabupaten Labuhanbatu Provinsi Sumatera Utara. Sungai ini adalah sungai yang besar dan banyak terdapat aktifitas masyarakat, seperti penambangan pasir, Sumber perusahaan air Minum (PAM), pertanian, perikanan, perhubungan dan juga merupakan sumber air minum bagi masyarakat di Kabupaten Labuhanbatu. Perubahan kualitas perairan sungai akibat dari

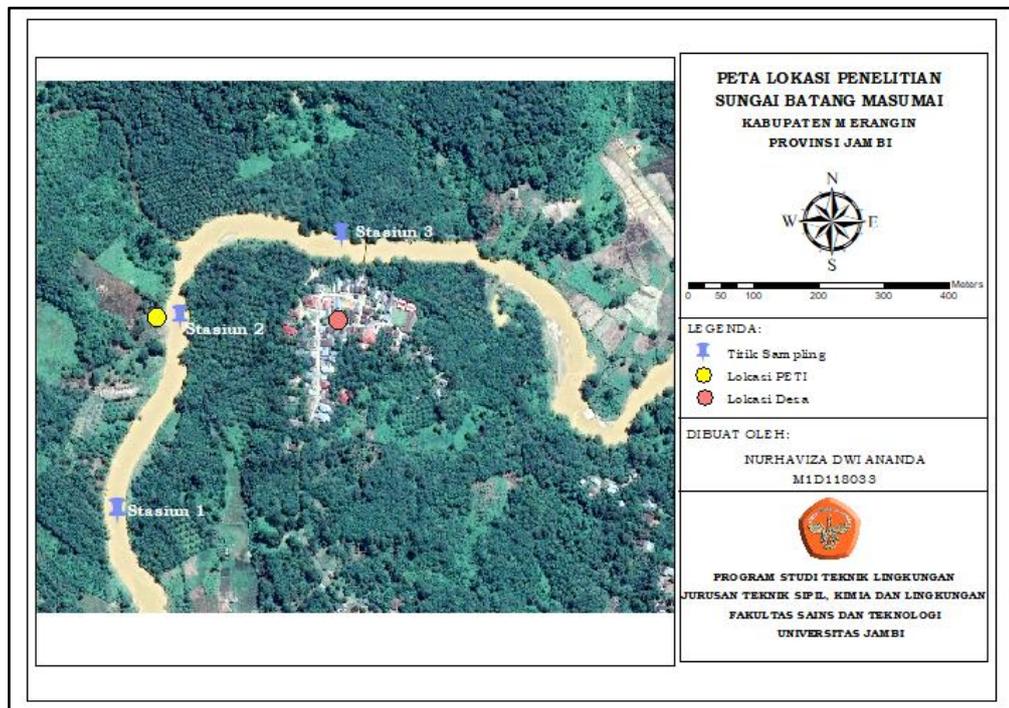
adanya aktifitas masyarakat, dapat diukur dengan menggunakan berbagai parameter seperti Sifat biofisik – kimia salah satunya. Berdasarkan hasil pengukuran dan analisa terhadap parameter kualitas air diperoleh pada bagian hulu sungai Bilah (titik pengambilan sampel 1, 2 dan 3) diklasifikasikan sebagai “kualitas baik”, selanjutnya titik pengambilan sampel 4, 5 dan 6 diklasifikasikan sebagai “kualitas sedang”, sedangkan titik pengambilan sampel penelitian pada bagian hilir (titik pengambilan sampel 8, 9 dan 10) diklasifikasikan sebagai “kurang baik”.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Sungai Batang Masumai Kabupaten Merangin Provinsi Jambi tepatnya berada di Desa Nibung dengan titik koordinat $2^{\circ}03'25''S$ $102^{\circ}13'29''E$. Pengujian sampel kualitas air dilakukan di Laboratorium Lingkungan Kabupaten Merangin. Sedangkan untuk proses identifikasi sampel makrozoobentos dilakukan di Laboratorium Peternakan Universitas Jambi dan Laboratorium FMIPA Biologi Universitas Andalas. Peta penelitian yang akan dilakukan dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Peta Lokasi Penelitian
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

Waktu Penelitian

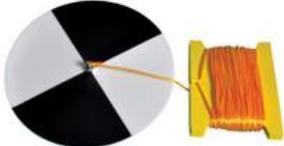
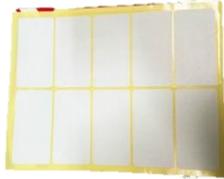
Penelitian ini dilakukan pada bulan Desember 2022 hingga Februari 2024. Pengambilan sampel dilakukan pada hari Rabu, 9 Februari 2023 dan di mulai pada pukul 10.00 WIB hingga pukul 13.00 WIB dengan kondisi cuaca yang cerah. Untuk kegiatan yang dilakukan dalam proses pembuatan tugas akhir di mulai dari perizinan penelitian, pengambilan sampel hingga sidang skripsi. Untuk *time schedule* dapat di lihat pada tabel 3.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel 4 :

Tabel 4. Alat dan Bahan Pengambilan Sampel

No.	Alat	Fungsi	Gambar
1.	<i>Eckman grab</i>	Sebagai alat untuk mengambil makrozoobentos dan substrat	 Sumber : Google.co.id)
2.	pH Meter	Sebagai pengukur derajat keasaman air	 Sumber : Google.co.id)
3.	<i>Thermometer</i>	Sebagai alat pengukur suhu air	 Sumber : Google.co.id)
4.	Saringan	Sebagai alat untuk menyaring sampel makrozoobentos pada substrat tanah	 Sumber : Google.co.id)

- | | | | | |
|-----|-------------------------------------|---|---|------------------------|
| 5. | Plastik Klip | Sebagai wadah untuk penyimpanan sampel makrozoobentos |  | Sumber : Google.co.id) |
| 6. | Botol Sampel | Sebagai alat penyimpanan sampel air untuk BOD dan COD serta sampel uji makrozoobentos |  | Sumber : Google.co.id) |
| 7. | Baki Plastik | Sebagai wadah untuk menaruh makrozoobentos yang telah diambil |  | Sumber : Google.co.id) |
| 8. | <i>Secchi Disk</i> | Sebagai alat pengukur kecerahan air |  | Sumber : Google.co.id) |
| 9. | <i>Global Pointing System (GPS)</i> | Sebagai alat untuk menentukan titik koordinat lokasi pengambilan sampel |  | Sumber : Google.co.id) |
| 10. | Kertas Label | Sebagai alat untuk memberi label atau nama pada sampel yang telah diambil |  | Sumber : Google.co.id) |

11. Kamera Sebagai alat untuk mendokumentasikan saat pengambilan sampel



Sumber : Google.co.id)

12. Styrofoam box Sebagai tempat penyimpanan sampel



Sumber : Google.co.id)

13. DO Meter Alat untuk mengukur oksigen terlarut (DO)



Sumber : Google.co.id)

14. Alkohol 70% Sebagai larutan pengawet sampel Makrozoobenthos



Sumber : Google.co.id)

15. Aquades Sebagai kalibrasi, campuran larutan, dan pensteliran alat



Sumber : Google.co.id)

3.3 Metode Penelitian

Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif. Untuk penentuan titik pengambilan sampel digunakan metode *purposive random*

sampling yaitu tata cara pengambilan titik sampel air berdasarkan adanya beberapa pertimbangan yang dilakukan oleh peneliti. Adapun pertimbangan peneliti adalah pertimbangan sumber kegiatan yang diduga memberikan beban pencemaran (Sugiyono, 2019). Untuk metode pengambilan sampel air menggunakan metode *grab sampling*. Menurut Hasan (2002) metode *grab sampling* yaitu teknik sampling dengan cara mengambil bagian (fragmen) yang berukuran besar dari suatu material (baik di alam maupun dari suatu tumpukan) yang mengandung mineralisasi secara acak (tanpa seleksi yang khusus). Proses pengambilan sampel air dilakukan selama 1 hari dengan 1 kali sampling sampel air dilakukan pada kondisi cerah saat tidak hujan.

Populasi dan Sampel

Populasi penelitian ini adalah air Sungai Batang Masumai Kabupaten Merangin Provinsi Jambi. Sampel penelitian diambil pada 3 (tiga) titik lokasi yaitu titik pengambilan sampel 1 (bagian dari hulu sungai), titik pengambilan sampel 2 (bagian sungai yang digunakan sebagai lokasi PETI), dan titik pengambilan sampel 3 (bagian hilir sungai).

Pengumpulan Data

Terdapat dua jenis data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data primer dan data sekunder. Data primer yaitu data utama yang bersumber langsung dari hasil pengamatan di lokasi penelitian, data primer pada penelitian ini berupa hasil pengujian parameter kualitas air pada sampel air Sungai Batang Masumai menggunakan bioindikator makrozoobentos. Sedangkan data sekunder berupa debit air sungai, serta kedalaman dan lebar sungai yang didapatkan dari BWS Sumatera IV.

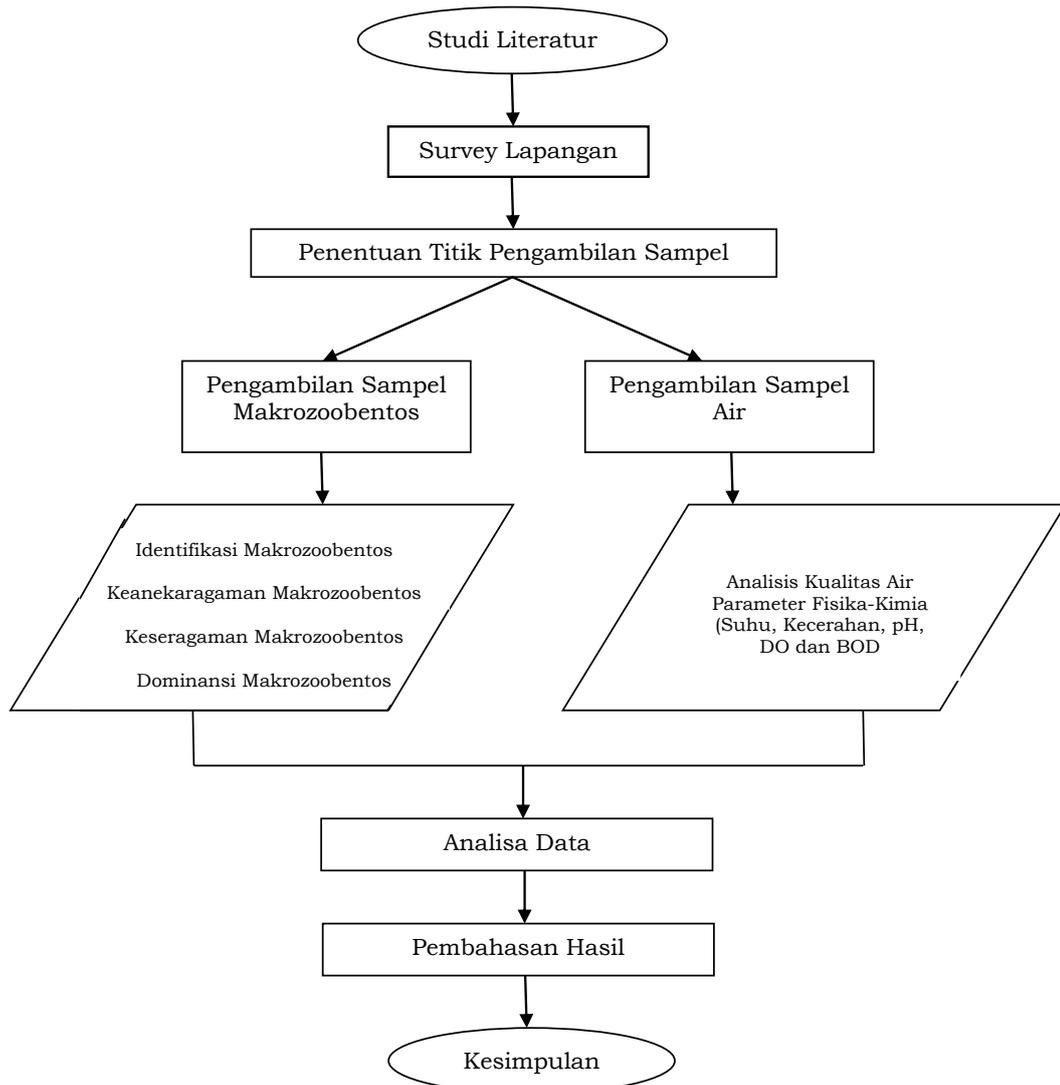
Teknik Pengambilan Sampel

Metode pengambilan sampel air sungai berdasarkan SNI 6989.57:2008 tentang air dan air limbah. Sampel-sampel yang diambil diteliti menggunakan 3 parameter yaitu biologi, fisika dan kimia. Parameter fisika yang diukur yaitu suhu dan kecerahan. Untuk parameter kimia yang diukur adalah pH, DO, dan BOD. Sedangkan untuk parameter biologi yang akan digunakan adalah makrozoobentos. Metode pengambilan sampel makrozoobentos berdasarkan SNI 13-4718-1998 tentang tata pengambilan percontoh bentos pada badan perairan umum.

3.4 Alur Penelitian

Penelitian ini dimulai dengan melakukan studi literatur terlebih dahulu, kemudian dilanjutkan dengan survey lapangan. Setelah itu dilakukan penentuan

titik pengambilan sampel sebagai lokasi dari pengambilan sampel. Setelah mengetahui titik pengambilan sampel, dilakukan pengambilan sampel makrozoobentos dan pengambilan sampel air untuk menentukan kualitas air. Kemudian data yang telah didapatkan di analisa untuk selanjutnya di bahas dan didapatkan hasil akhir. Dan terakhir, dapat ditarik kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan. Gambaran skema dari penelitian ini dapat di lihat pada gambar 7.



Gambar 7. Bagan Alur Penelitian
(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2023)

Penentuan Titik Pengambilan Sampel

Penentuan titik pengambilan sampel dilaksanakan pada bulan Juli 2022. Kegiatan ini bertujuan untuk menentukan titik pengambilan sampel yang akan diamati di Sungai Batang Masumai Kabupaten Merangin. Penentuan lokasi titik pengambilan sampel dilakukan dengan pengamatan di tiga titik lokasi Sungai

Batang Masumai. Pengambilan titik sampel berada pada Desa Nibung dimana pada Desa Nibung terdapat kegiatan warga seperti perkebunan, kegiatan memancing, aktivitas rumah tangga seperti mencuci dan mandi di sekitaran sungai serta terdapat satu aktivitas penambangan emas tanpa izin (PETI) yang masih aktif dilakukan oleh warga sekitar. Pengambilan sampel ketiga lokasi tersebut yaitu sebagai daerah penelitian berdasarkan pertimbangan bahwa lokasi pertama berada sebelum area penambangan emas tanpa izin (PETI), lokasi kedua berada di area penambangan emas tanpa izin (PETI) dan lokasi ketiga berada setelah area penambangan emas tanpa izin (PETI). Penelitian ini menggunakan 3 titik pengambilan sampel. Jarak antar titik masing-masing sejauh 200 meter. Titik pengambilan sampel yang telah ditentukan dideskripsikan dalam tabel 5.

Tabel 5. Deskripsi Titik pengambilan sampel Pengamatan

Titik Sampel	Titik Koordinat	Ilustrasi Titik Pengambilan Sampel	Deskripsi
I	S2°03'42.6006" E102°13'19.6779"		<ul style="list-style-type: none"> - Berada di dekat perkebunan sawit - Dekat dengan lokasi Penambangan Emas - Hulu Sungai Batang Masumai - Arus air Tenang - Kedalaman - Air sedang surut - Cuaca cerah, suhu sekitar 30.5°C
II	S2°03'33.4246" E102°13'22.6134"		<ul style="list-style-type: none"> - Berada di lokasi penambangan emas - Arus air tenang. - Cuaca cerah, suhu berkisar 30.5°C - Air sedang surut. - Kedalaman berkisar 1-2 meter - Di tengah-tengah titik lokasi I dan II

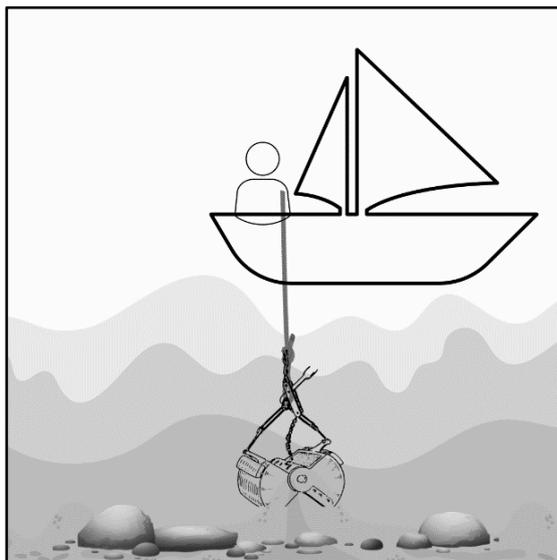
III S2°03'29.0498"
 E102°13'31.2636"



- Berada di dekat pemukiman warga
- Arus air Tenang.
- Cuaca cerah, suhu berkisar 30.7°C
- Air sedang surut.
- Hilir Sungai Batang Masumai
- Terdapat kegiatan memancing

Pengambilan Sampel

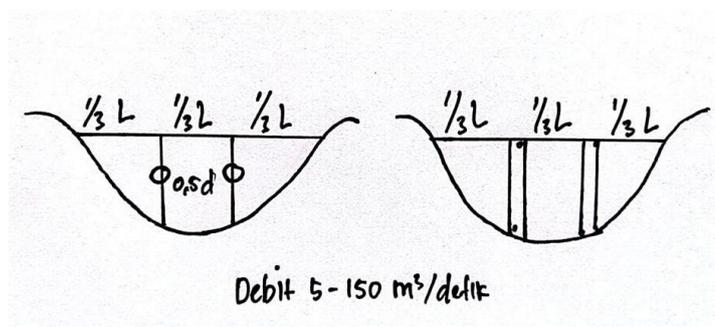
Pengambilan Sampel Makrozoobentos. Metode pengambilan sampel makrozoobentos berdasarkan SNI 13-4718-1998 tentang tata pengambilan percontoh bentos pada badan perairan umum. Peralatan dan bahan yang digunakan dalam pengambilan sampel makrozoobentos adalah *Eckman grab*, saringan dengan *mesh size* 0,5 mm, plastik klip berukuran 20 x 15 cm, formalin 4% dan *rose bengale*. Pengambilan contoh biota makrozoobentos diambil dengan menggunakan alat *Eckman Grab* dengan ukuran bukaan mulut katup 15 x 15 cm. Ilustrasi pengambilan contoh biota makrozoobentos dapat di lihat pada gambar 8 di bawah ini.



Gambar 8. Pengambilan Makrozoobentos dengan *Eckman Grab*
(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2023)

1. *Eckman Grab* diturunkan ke dasar perairan dengan mulut katup yang dibiarkan terbuka.
2. Setelah menyentuh dasar kemudian pemberat dilepaskan sehingga mulut katup *Eckman Grab* tertutup rapat dan substrat dasar telah terperangkap di dalam rongga *Eckman Grab* dan tidak akan terlepas lagi.
3. Setelah substrat dasar terambil kemudian *Eckman Grab* ditarik dengan menggunakan tali tambang ke atas perahu.
4. Selanjutnya katup mulut *Eckman Grab* dibuka untuk diambil substratnya, dimasukkan ke dalam plastik klip dan botol sampel.
5. Sampel substrat dasar yang telah diambil diayak secara kasar dengan saringan kemudian biota makrozoobentos dimasukkan ke dalam plastik klip ditambahkan larutan alkohol 70%
6. Sampel kemudian diberi label yang telah dilengkapi dengan nama titik pengambilan sampel makrozoobentos.
7. Tahapan selanjutnya adalah sampel makrozoobentos disortir di laboratorium dengan menempatkan sampel di atas baki dengan ukuran kemudian diberi larutan *rose bengale* dengan tujuan memudahkan proses penyortiran biota dari material lain.
8. Sampel makrozoobentos kemudian diidentifikasi sesuai dengan buku pedoman yang digunakan

Pengambilan Sampel Air. Titik pengambilan sampel contoh air sungai ditentukan berdasarkan debit sungai yang diatur dalam SNI 6989.57:2008 tentang Air dan Air Limbah, bagian 57: Metoda Pengambilan Contoh Air Permukaan dengan ketentuan yaitu sungai dengan debit antara $5 \text{ m}^3/\text{detik}$ - $150 \text{ m}^3/\text{detik}$, contoh diambil pada dua titik masing-masing pada jarak $1/3$ dan $2/3$ lebar sungai pada kedalaman $0,5$ kali kedalaman dari permukaan. Untuk pengambilan sampel contoh air sungai dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 9. Titik Pengambilan Contoh Sampel

(Sumber: SNI 6989.57:2008)

Berdasarkan hasil pemeriksaan kualitas air yang dilakukan oleh BWS Sumatra IV Sungai Batang Masumai memiliki panjang kurang lebih 67 kilometer dengan rata-rata debit Sungai Batang Masumai pada tahun 2020 yaitu sebesar 8,23 m³/detik. Nilai tersebut telah melebihi debit 5 m³/detik dan kurang dari 150 m³/detik, maka dari itu banyaknya contoh sampel air yang diambil yaitu dua sampel pada masing-masing lokasi pengambilan sampel Di setiap lokasi diambil 2 sampel yang meliputi sampel air sungai dengan 1/3 dan 2/3 dari 40 m lebar sungai dengan 1/2 dari kedalaman sungai 2 m.

Pengambilan sampel air menggunakan alat berupa *water sampler* sederhana dengan botol yang di ikat pada kayu dan memiliki tutup botol yang telah di ikat dengan tali seperti yang dilihat pada gambar 10.



Gambar 10. *Water sampler* sederhana
(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2023)

Pengukuran parameter air meliputi parameter fisika yaitu suhu dan kecerahan. Sedangkan untuk parameter kimia yang diukur adalah pH, DO (*dissolved oxygen*), BOD (*biological oxygen demand*) dan COD (*chemical oxygen demand*).

1. Suhu

Data suhu diambil secara *insitu* pada masing-masing titik pengambilan sampel menggunakan bantuan alat termometer. Termometer yang telah diikat dengan tali rafia diturunkan ke dalam kolom perairan kemudian dibiarkan kurang lebih dua menit. Termometer ditarik dari kolom perairan dan data suhu yang terbaca dicatat sebagai suhu perairan tersebut.

2. Kecerahan

Pengukuran kecerahan dilakukan dengan menggunakan piring seci (*secchi disk*). Alat di diturunkan sampai hilang pandangan, kemudian perlahan-lahan naikan *secchi disk* sampai terlihat kembali. Pasang jepitan tali pada titik tali masuk air kemudian di ukur panjangnya dan catat hasilnya. Data yang diperoleh kemudian dirata-ratakan.

3. pH

Pengukuran pH dilakukan dengan pH meter. Sampel air dari masing-masing subtitik pengambilan sampel diambil sebelum pengambilan substrat. Sampel air dimasukkan ke dalam botol lalu diberi label. Sampel air dituangkan secukupnya ke dalam gelas kemudian pH meter dicelupkan ke dalam sampel air hingga muncul angka pada layar kemudian catat hasilnya.

4. *Dissolved Oxygen* (DO)

Pengukuran *Dissolved Oxygen* dilakukan secara *insitu*. Sampel air diambil dari permukaan tanpa gelembung dan kemudian sampel air diukur dengan menggunakan alat DO Meter. Setelah didapatkan hasilnya kemudian dicatat.

5. *Biochemical Oxygen Demand* (BOD)

Pengukuran BOD dilakukan secara eksitu dengan mengambil sampel air menggunakan botol dengan cara memasukan botol kedalam air, kemudian tutup botol dalam keadaan botol masih didalam air. Masukan botol sampel pada plastik hitam supaya terhindar dari sinar matahari dan masukkan ke dalam *styrfoam box*. Sampel air kemudian dibawa dan dikirim ke Laboratorium Lingkungan Kabupaten Merangin.

Identifikasi Makrozoobentos

Sampel makrozoobentos yang telah terkumpul kemudian diamati, difoto dengan menggunakan mikroskop stereo dan diidentifikasi dengan keempat buku acuan yaitu Borror (1996) dan beberapa literatur resmi dari internet. Jumlah masing masing makrozoobentos yang ditemukan kemudian dimasukkan dalam tabel 6 berikut ini.

Tabel 6. Perekam Data Makrozoobentos

No.	Jenis Makrozoobentos	Titik I	Titik II	Titik III
1.				
2.				
3.				
4.				
Dst.				

3.5 Analisis Data

Tahap Analisis data yang dilakukan di Sungai Batang Masumai adalah analisis struktur komunitas hewan makrozoobentos meliputi analisis indeks keanekaragaman jenis (H'), indeks keseragaman (E) dan indeks dominansi (D).

Indeks Keanekaragaman (H')

Setelah dilakukan pengamatan dan identifikasi, dilakukan perhitungan indeks keanekaragaman dan indeks dominansi. Menurut Fachrul (2007), indeks keanekaragaman *Shannon-Wiener* dirumuskan dengan:

$$H' = -\sum p_i \ln p_i$$

Keterangan rumus:

H' : indeks keanekaragaman Shannon-Wiener

Pi : ni/N

Ni : Jumlah individu masing-masing jenis

N : jumlah total individu dari seluruh jenis

Hasil perhitungan indeks diversitas makrozoobentos dari *Shannon-Wiener* dikaitkan dengan tabel klasifikasi tingkat pencemaran berdasarkan indeks diversitas dari *Shannon-Wiener* untuk mengetahui tingkat cemaran perairan tertera pada tabel 7.

Tabel 7. Indeks Diversitas *Shannon-Wiener*

H'	Tingkat Diversitas	Tingkat Cemaran Perairan
H' < 1,0	Tingkat diversitas rendah	Tercemar berat
1,0 < H' < 3,0	Tingkat diversitas sedang	Tercemar sedang
H' > 3,0	Tingkat diversitas tinggi	Tidak tercemar

(Sumber: Wardhana, 2006)

Indeks Keseragaman (E)

Keseragaman yaitu komposisi jumlah individu dalam setiap genus yang terdapat dalam setiap genus yang ada di dalam komunitas. Gambaran sebaran merata atau tidaknya biota perairan dapat diketahui dengan nilai E. Jika nilai indeks tinggi maka keberadaan setiap jenis biota dikatakan merata, dan begitu juga dengan sebaliknya. Keseragaman rendah menunjukkan keberadaan setiap jenis tidak merata.

$$E = \frac{H'}{H \text{ maks}} \text{ atau } \frac{H'}{\ln(s)}$$

Keterangan :

E = Indeks keseragaman

H' = Indeks keanekaragaman

H maks = Indeks keanekaragaman spesies maksimum

Nilai keseragaman suatu populasi dengan kisaran antar 0-1 dengan kategori :

Tabel 8. Indeks Keseragaman Shannon-Wiener

Indeks Keseragaman	Tingkatan Keseragaman
$E > 0,6$	Keseragaman tinggi
$0,4 < E < 0,6$	Keseragaman sedang
$E < 0,4$	Keseragaman rendah

(Sumber: Wardhana, 2006)

Indeks Dominansi (D)

Dalam suatu komunitas biasanya terdapat jenis yang mengendalikan arus energi dan mempengaruhi lingkungan daripada jenis lainnya, hal ini disebut dominan-dominan ekologi. Indeks dominansi dapat diketahui menggunakan indeks dominansi *Simpson* dengan persamaan (Odum, 1993):

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

Keterangan:

Ni : nilai kepentingan untuk setiap jenis (jumlah individu tiap spesies)

N : nilai kepentingan total (jumlah semua individu tiap spesies)

Tabel 9. Indeks Dominansi *Simpson*

Indeks Dominansi (C)	Kategori
$0,60 < C \leq 1,00$	Dominasi tinggi
$0,30 < C \leq 0,60$	Dominasi sedang
$00,0 < C \leq 0,30$	Dominasi rendah

(Sumber : Fachrul, 2007)

Indeks Dominansi antara 0-1 jika indeks dominansi mendekati 0 berarti tidak terdapat generasi yang mendominasi spesies lainnya atau struktur komunitas dalam keadaan stabil. Bila indeks dominansi mendekati 1 berarti terdapat spesies yang mendominasi spesies lainnya atau struktur komunitas labil, karena terjadi tekanan ekologis. Indeks ini digunakan untuk menentukan kualitas perairan yang jumlah jenisnya banyak atau dengan keragaman jenisnya tinggi (Fachrul, 2007).

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Sungai Batang Masumai merupakan sungai kecil yang bermuara di persimpangan sungai Merangin. Air Sungai Batang Masumai merupakan anak sungai Batang Merangin yang berasal dari perbukitan yang aliran sungainya terbentang pada kecamatan Pangkalan Jambu, Kecamatan Tabir Barat, dan Kecamatan Sungai Manau Kabupaten Merangin dan bermuara pada sungai Batang Merangin di Kecamatan Bangko. Sungai Batang Masumai mengalir sepuluh desa. Berdasarkan hasil pemeriksaan kualitas air yang dilakukan oleh BWS Sumatra IV Sungai Batang Masumai memiliki panjang kurang lebih 67 kilometer dengan rata-rata debit Sungai Batang Masumai pada tahun 2020 yaitu sebesar 8,23 m³/detik. Memiliki lebar sungai sebesar 40 meter dengan kedalaman sungai 2 m.



Gambar 11. Kondisi Air Sungai Batang Masumai
(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2023)

Selain melakukan aktivitas penambangan emas tanpa izin (PETI), masyarakat sekitar Sungai Batang Masumai masih menggunakan air sungai untuk aktivitas perkebunan kebutuhan sehari-hari seperti mencuci, mandi, dan memancing ikan. Berdasarkan informasi yang di dapat dari masyarakat, aktivitas PETI pertama kali dimulai di desa Nibung Kecamatan Batang Masumai Kabupaten Merangin sejak tahun 2011, yang lokasi penelitian ini pada 3 (tiga) pengambilan sampel di desa Nibung (hulu, tengah, hilir desa Nibung) saat ini bagian hulu telah berhenti beroperasi bulan juli 2022, dan tengah masih melakukan kegiatan penambangan emas hingga saat ini, untuk dibagian hilir penambangan emas tidak beroperasi lagi dan pindah ke tengah.

Air Sungai Batang Masumai secara fisik dapat dikondisikan sangat keruh, dan warna airnya kuning pekat. Masyarakat sekitar sudah tidak lagi menggunakan air tersebut untuk keperluan memasak dan mandi. Menurut pengakuan masyarakat, sejak air Sungai Batang Masumai keruh, ada aktivitas warga yang tidak lagi bisa dilakukan. Aktivitas tersebut adalah menembak ikan dengan alat tembak tradisional pada malam hari. Karena ikan yang terdapat di sungai sudah mulai berkurang. Air sungai yang tercemar PETI mengalami perubahan kualitas air akibat masuknya bahan pencemar yang merusak kualitas air. Perairan menjadi tercemar karena diduga telah mengandung logam berat yang dapat mencemari biota perairan sehingga menyebabkan penurunan atau bahkan kepunahan populasi ikan dan organisme lainnya. Kegiatan penambangan emas secara tidak langsung berkontribusi pada penciptaan lapangan kerja di wilayah sekitar. Namun, tidak dapat dipungkiri bahwa pertambangan emas secara konvensional memberikan dampak negatif terhadap lingkungan. Ini termasuk peningkatan jumlah tanah yang tererosi, peningkatan kemungkinan dan risiko tanah longsor dan tanah longsor, dan penurunan kualitas air di sungai (Viega at al., 2009).

4.2 Pengukuran Kualitas Air Sungai Berdasarkan Parameter Fisika dan Kimia

Secara umum parameter fisika dan kimia di dalam suatu perairan menjadi faktor penentu atau pengendali bagi kehidupan organisme yang ada di dalam Sungai Batang Masumai. Parameter fisika yang diukur pada penelitian ini adalah suhu dan kecerahan. Sedangkan untuk parameter kimia yang diukur adalah pH, DO dan BOD. Berikut adalah hasil dari kualitas air parameter fisika dan kimia

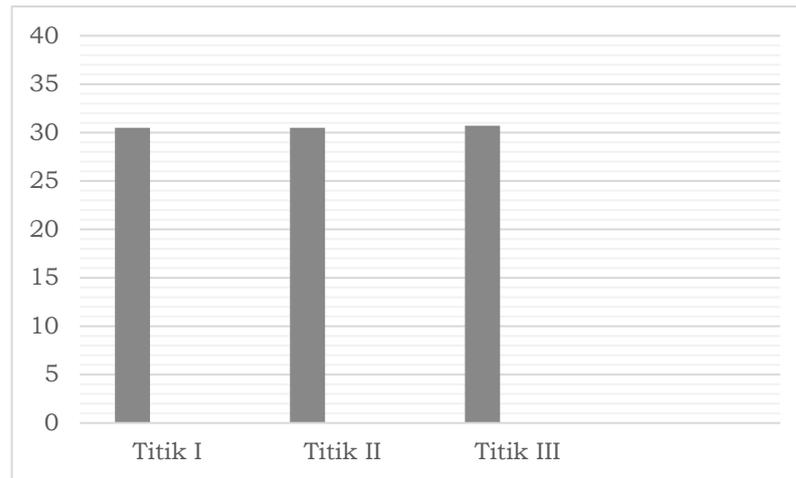
Tabel 10. Hasil Pengukuran Kualitas Air Sungai Parameter Fisika-Kimia

No.	Parameter	Satuan	Titik Pengambilan Sampel			Standar Baku Mutu (PP 22 Tahun 2021)
			I	II	III	
1.	Suhu	°C	30.5	30.5	30.7	Deviasi 3
2.	Kecerahan	Cm	8	7.5	6	50
3.	pH	-	8.6	8.6	8.7	6-9
4.	DO	mg/L	0.4	0.3	0.3	3
5.	BOD	mg/L	9	13	13	4

(Sumber : Data Primer, 2023)

Suhu

Suhu memiliki peranan penting dalam mengendalikan ekosistem perairan. Secara umum laju pertumbuhan meningkat sejalan dengan kenaikan suhu. Dampak yang terjadi akibat peningkatan suhu berupa penurunan jumlah oksigen terlarut, peningkatan reaksi kimia, maka akan berkurangnya aktivitas kehidupan organisme perairan tersebut (Satriarti, 2018). Untuk nilai dari pengukuran suhu Sungai Batang Masumai dapat dilihat pada gambar 12.



Gambar 12. Grafik Nilai Suhu Perairan Sungai Batang Masumai (Sumber : Data Primer, 2023)

Berdasarkan grafik di atas, tidak terdapat perubahan yang signifikan dari hasil pengukuran suhu air di tiap titik lokasi pengambilan sampel. Hasil pengukuran di tiap lokasi pengambilan sampel air berkisar antara 30,5°C-30,7°C. Nilai suhu pada titik I (lokasi sebelum aktivitas PETI) sebesar 30,5°C, pada titik II (lokasi aktivitas PETI) sebesar 30,5°C dan pada titik III (lokasi setelah aktivitas PETI) sebesar 30,7°C. Baku mutu suhu untuk air sungai yaitu deviasi 3 atau ± 3 °C dari suhu normal alamiah. Hasil pengukuran suhu yang telah dilakukan menyatakan bahwa nilai suhu masih berada pada nilai ambang batas (NAB). Nilai suhu di Sungai Batang Masumai masih dapat mendukung kehidupan dan pertumbuhan makrozoobentos.

Suhu berperan mengendalikan kondisi ekosistem perairan. Peningkatan suhu menyebabkan peningkatan dekomposisi bahan organik oleh mikroba. Kisaran suhu optimum bagi pertumbuhan makrozoobentos di perairan adalah 20°C-30°C. Suhu air Sungai Batang Masumai masih dapat mendukung dalam hal pertumbuhan makrozoobentos (Effendi, 2003). Menurut Ginting (2006) perbedaan suhu dari hulu ke hilir disebabkan oleh perbedaan ketinggian tempat dari permukaan laut, adanya sumber pencemar aktivitas manusia dengan berkurangnya ketinggian ke wilayah hilir. Adapun perbedaan yang sedikit

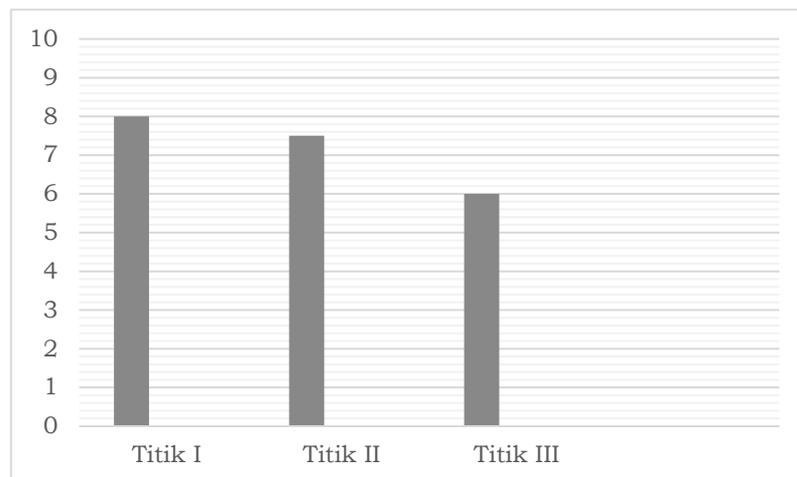
tersebut mungkin hanya disebabkan oleh luas permukaan perairan yang langsung terkena sinar matahari serta kedalaman badan air.

Ghufran dan Baso (2007) menyatakan bahwa pengaruh suhu secara tidak langsung terhadap lingkungan adalah mempengaruhi metabolisme, daya larut gas-gas, termasuk oksigen serta berbagai reaksi kimia di dalam air. Hal ini akan mempengaruhi migrasi, laju pertumbuhan dan mortalitas makrozoobentos.

Menurut Effendi (2003) proses penambangan emas sering melibatkan penggunaan bahan kimia seperti merkuri dan sianida untuk ekstraksi emas dari bijih. Limbah-limbah kimia ini dapat mencemari sungai dan mengubah komposisi kimia air, yang pada gilirannya dapat mempengaruhi suhu air dan keseimbangan termal dalam ekosistem sungai. Aktivitas penambangan emas seringkali menyebabkan erosi tanah dan peningkatan sedimentasi di sungai yang terdekat. Sedimen dapat menyerap panas dari sinar matahari dan mempengaruhi suhu air dengan mengurangi cahaya matahari yang mencapai dasar sungai dan dengan mengubah habitat alami organisme air (Fauzi, 2004).

Kecerahan

America Public Health Association (APHA) (1992) menyatakan bahwa nilai kecerahan yang diungkapkan dalam satuan meter sangat dipengaruhi oleh bahan-bahan partikel tersuspensi, partikel koloid, kekeruhan, warna perairan, jasad renik, detritus, plankton, keadaan cuaca, waktu pengukuran dan ketelitian orang yang melakukan pengukuran. Pengukuran kecerahan menggunakan *secchi disk* dan didapatkan nilai pada ketiga titik berkisar 6-8 cm. Nilai dari pengukuran kecerahan di Sungai Batang Masumai dapat dilihat pada gambar 13 berikut ini :



Gambar 13. Grafik Nilai Kecerahan Perairan Sungai Batang Masumai (Sumber : Data Primer, 2023)

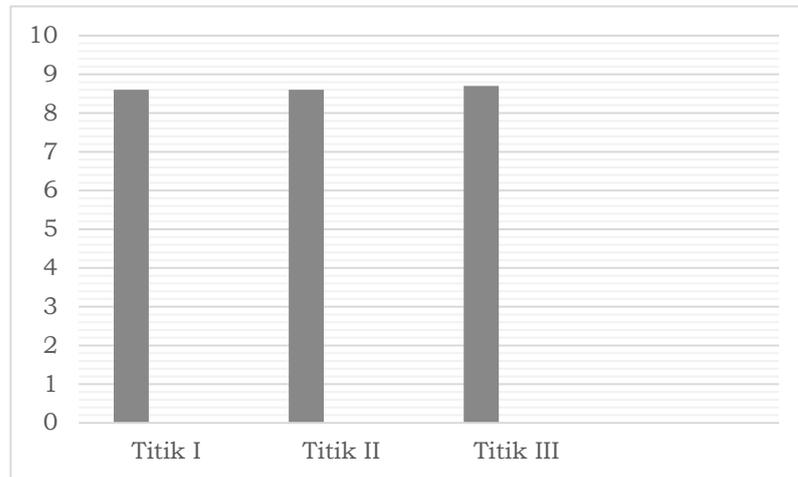
Berdasarkan grafik di atas dapat di lihat bahwa adanya penurunan nilai kecerahan air pada titik lokasi pengambilan sampel. Nilai kecerahan pada titik I (lokasi sebelum aktivitas PETI) yaitu 8 cm, nilai kecerahan pada titik II (lokasi aktivitas PETI) sebesar 7,5 cm, sedangkan nilai kecerahan pada titik III (lokasi setelah aktivitas PETI) yaitu sebesar 6 cm. Pada grafik diatas dapat dilihat terjadinya penurunan nilai kecerahan dari titik I yaitu hingga titik III sebesar 2 cm. Menurut Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 nilai baku mutu kecerahan untuk air sungai kelas III yaitu 0,5 meter (m) atau 50 sentimeter (cm). Hasil pengukuran kecerahan yang telah dilakukan menyatakan bahwa nilai kecerahan kurang dari nilai ambang batas (NAB). Nilai kecerahan perairan Sungai Batang Masumai kurang mendukung kehidupan dan pertumbuhan makrozoobentos.

Perbedaan kecerahan dipengaruhi oleh berbagai faktor antara lain yaitu cuaca, aktivitas perairan dan waktu pengambilan sampel. Menurut Boyd (1982) perairan yang memiliki kecerahan 0,60 m – 0,90 m dianggap cukup baik untuk menunjang kehidupan ikan dan organisme lainnya. Akan tetapi jika kecerahan < 0,30 m, maka dapat menimbulkan masalah bagi ketersediaan oksigen terlarut perairan. Kejernihan sangat ditentukan oleh partikel-partikel atau bahan organik yang terlarut dalam perairan. Semakin banyak partikel atau bahan organik terlarut maka kekeruhan akan meningkat. Kekeruhan atau konsentrasi bahan tersuspensi dalam perairan akan menyebabkan air tidak produktif karena menghalangi masuknya cahaya matahari untuk fotosintesis. Kekeruhan tinggi atau kecerahan rendah dapat mengakibatkan terganggunya sistem osmoregulasi, misalnya pernapasan dan daya lihat organisme akuatik, serta dapat menghambat penetrasi cahaya kedalam air (Aqil, 2014).

Aktivitas penambangan emas tanpa izin seringkali melibatkan penggunaan mesin-mesin berat untuk menggali tanah dan batuan di sepanjang sungai. Hal ini dapat menyebabkan peningkatan erosi tanah dan sedimentasi di sungai, yang kemudian dapat mengurangi kecerahan air karena adanya partikel-partikel padat di dalam air. Penambangan emas seringkali melibatkan penggunaan merkuri untuk mengekstraksi emas dari batuan. Limbah merkuri yang tidak terkendali dapat mencemari air sungai dan mengakumulasi di dalam ekosistem air, yang dapat berdampak negatif pada kehidupan akuatik dan kualitas air. Selain merkuri, penambangan emas juga dapat melibatkan penggunaan bahan kimia berbahaya lainnya seperti sianida untuk proses pengolahan. Limbah-limbah yang bocor atau terbuang secara tidak terkendali dapat mencemari air sungai dan berkontribusi pada penurunan kecerahan air (Fauzi, 2004).

pH

Pengukuran pH menggunakan alat pH Meter dan didapatkan nilai pada ketiga titik berkisar 8,6-8,7. Nilai dari pengukuran pH di Sungai Batang Masumai dapat dilihat pada gambar 14.



Gambar 14. Grafik Nilai pH Perairan Sungai Batang Masumai (Sumber : Data Primer, 2023)

Pada grafik diatas dapat dilihat bahwa nilai pH air Sungai Batang Masumai hampir sama pada tiap titik atau tidak adanya perbedaan yang signifikan. Nilai pH pada titik I (lokasi sebelum aktivitas PETI) dan titik II (lokasi aktivitas PETI) yaitu sebesar 8,6, sedangkan pada titik III (lokasi setelah aktivitas PETI) yaitu sebesar 8,7. Dapat dikatakan bahwa kondisi air Sungai Batang Masumai yang memiliki pH kisaran 8 bersifat netral. Menurut Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 baku mutu pH untuk air sungai yaitu 6-9. Hasil pengukuran pH yang telah dilakukan menyatakan bahwa nilai pH masih berada pada nilai ambang batas (NAB). Nilai pH di Sungai Batang Masumai masih dapat mendukung kehidupan dan pertumbuhan makrozoobentos.

Air sungai dengan nilai pH sekitar 6,5 – 7,5 adalah air normal yang memenuhi syarat untuk suatu kehidupan. Menurut *World Health Organization* (WHO) nilai pH air yang normal adalah sekitar netral, yaitu antara pH 6-8 di musim kemarau dan musim hujan. Sedangkan pH air yang terpolusi berbeda-beda, tergantung dari jenis buangnya. Semakin tinggi absorbansi menandakan semakin banyak bakteri yang tumbuh (Arivo, 2017). Organisme akuatik dapat hidup dalam suatu perairan yang mempunyai nilai pH dengan kisaran toleransi antara asam lemah sampai basa lemah. Derajat keasaman (pH) yang ideal bagi kehidupan organisme akuatik pada umumnya berkisar antara 7 sampai 8,5. Sedangkan menurut Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 pH perairan yang ideal adalah 6-9. Menurut Effendi (2003) kondisi perairan yang bersifat asam

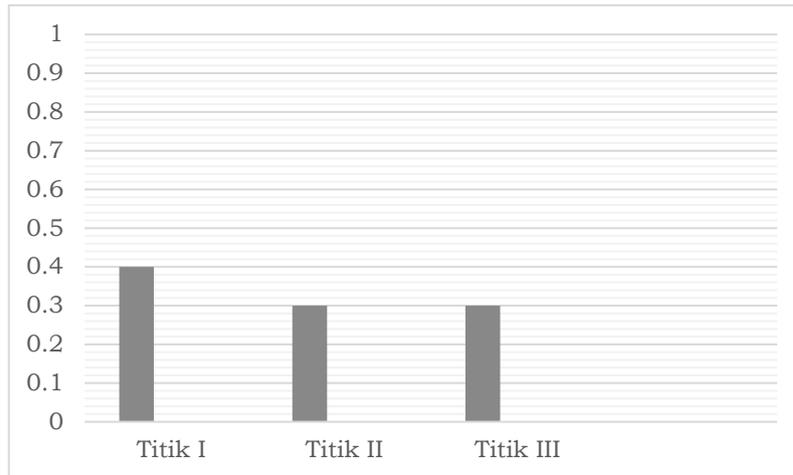
maupun basa akan membahayakan kelangsungan hidup organisme karena akan menyebabkan terjadinya gangguan metabolisme dan respirasi.

Disamping itu pH yang sangat rendah akan menyebabkan mobilitas berbagai senyawa logam berat yang bersifat toksik semakin tinggi. Sementara itu pH yang tinggi akan menyebabkan keseimbangan antara ammonium dan amoniak dalam air akan terganggu, dimana kenaikan pH diatas netral akan meningkat konsentrasi amoniak yang juga sangat toksik bagi organisme. Batas toleransi organisme terhadap pH bervariasi tergantung pada suhu, oksigen terlarut, dan kandungan garam-garam ionik suatu perairan. Kebanyakan perairan alami memiliki pH berkisar antara 6-9. Sebagian besar biota perairan sensitif terhadap perubahan pH dan menyukai nilai pH sekitar 7- 8,5 (Wardhana, 2004).

Proses penambangan emas sering melibatkan penggunaan bahan kimia seperti sianida untuk mengisolasi emas dari bijihnya. Penggunaan bahan kimia tersebut dapat menyebabkan perubahan signifikan pada pH air sungai. Proses penambangan emas kadang-kadang menghasilkan limbah yang bersifat asam, dikenal sebagai asam tambang, yang mungkin mengalir ke sungai dan menurunkan pH air. Asam tambang dapat terbentuk ketika batuan yang terkena oksigen dan air menghasilkan asam sulfat. Aktivitas penambangan yang tidak terkontrol seringkali menyebabkan erosi tanah, di mana tanah dan batuan tergerus dan masuk ke sungai. Tanah dan batuan yang tererosi ini dapat mempengaruhi pH air sungai karena bahan-bahan tersebut dapat memiliki sifat asam atau basa yang berbeda.

Dissolved Oxygen (DO)

Pengukuran DO dilakukan dengan menggunakan alat berupa DO Meter. Berdasarkan nilai rata-rata DO pada setiap titik berkisar antara 0,4 mg/L - 0,3 mg/L. Nilai dari pengukuran DO di Sungai Batang Masumai dapat dilihat pada gambar 15.



Gambar 15. Grafik Nilai DO Perairan Sungai Batang Masumai (Sumber : Data Primer, 2023)

Pada grafik di atas dapat dilihat bahwa nilai DO air Sungai Batang Masumai mengalami penurunan dari titik I ke titik III sebesar 0,1 mg/L. Nilai DO pada titik I (lokasi sebelum aktivitas PETI) yaitu sebesar 0,4 mg/L sedangkan pada titik II (lokasi aktivitas PETI) dan titik III (lokasi setelah aktivitas PETI) memiliki nilai yang sama sebesar 0,3 mg/L. Hasil pengamatan terhadap konsentrasi DO pada masing-masing titik pengamatan menunjukkan konsentrasi DO yang relatif rendah. Jika dibandingkan dengan baku mutu air kelas III untuk parameter DO berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 baku mutu DO untuk air sungai yaitu 3 mg/L, maka kondisi kualitas air sungai ditinjau dari parameter DO di seluruh titik pengamatan telah berada dibawah baku mutu dan tidak sesuai dengan peruntukannya. Hal ini menandakan bahwa kualitas air Sungai Batang Masumai kurang mendukung kehidupan dan pertumbuhan makrozoobentos.

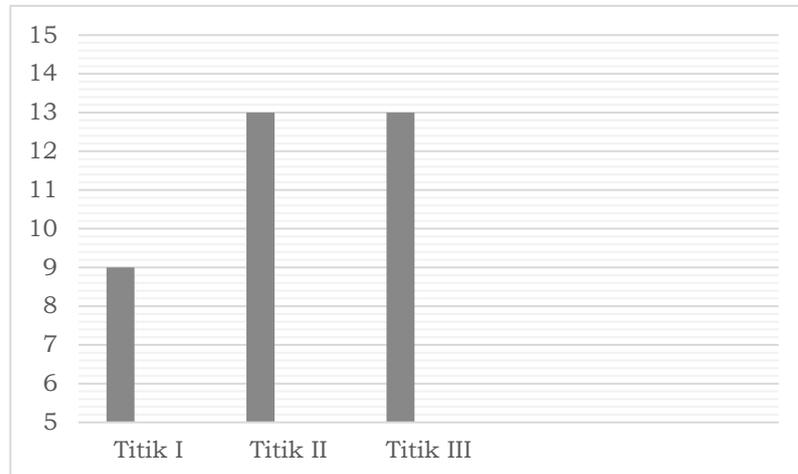
Konsentrasi oksigen terlarut yang terlalu rendah akan menyebabkan biota air yang membutuhkan oksigen akan mati. Sebaliknya konsentrasi oksigen terlalu tinggi juga mengakibatkan proses pengkaratan semakin cepat karena oksigen akan mengikat hidrogen yang melapisi permukaan logam (Fardiaz, 1992). Kenaikan suhu di dalam perairan menyebabkan penurunan kadar oksigen terlarut dalam air (DO). DO yang terlalu rendah, dapat menimbulkan bau yang tidak sedap akibat terjadinya degradasi atau penguraian bahan-bahan organik ataupun anorganik di dalam air (Unus, 1996). Menurut Barus (2001) nilai DO di perairan sebaiknya berkisar antara 6 – 8 mg/l. Terlihat kecenderungan penurunan konsentrasi DO dari bagian hulu ke bagian tengah dan hilir sungai. Hal ini diprediksi akibat semakin tingginya masukan limbah seiring dengan semakin padatnya aktivitas antropogenik pada bagian tengah dan hilir sungai.

Pada umumnya air yang telah tercemar kandungan oksigennya sangat rendah, makin banyak bahan buangan organik di dalam air makin sedikit sisa kandungan oksigen yang terlarut di dalam air (Wardhana, 2004). Aktivitas manusia seperti pertanian dan pembuangan limbah, menyebabkan penurunan konsentrasi oksigen terlarut (Blume et al., 2010). Oksigen terlarut di dalam air bersumber terutama dari adanya kontak antara permukaan air dengan udara dan dari proses fotosintesis. Effendi (2003) menyebutkan dekomposisi dan oksidasi bahan organik dapat mengurangi kadar oksigen terlarut hingga mencapai nol (anaerob). Peningkatan suhu sebesar 1°C akan meningkatkan konsumsi O₂ sekitar 10%. Keperluan organisme terhadap oksigen relatif bervariasi tergantung pada jenis, stadium dan aktifitasnya. Kandungan oksigen terlarut yang diperoleh menunjukkan adanya keseimbangan antara oksigen hasil fotosintesis dan oksigen untuk respirasi aerob, nitrifikasi dan reaksi kimia yang lain. Oksigen terlarut yang tinggi menunjukkan bahwa kegiatan fotosintesis menghasilkan oksigen lebih tinggi daripada respirasi, dan sebaliknya untuk oksigen terlarut yang rendah (Oktafiansyah, 2015).

Menurut Fauzi (2004) penambangan emas sering melibatkan penebangan vegetasi di sekitar sungai untuk membuat akses yang lebih mudah. Pengurangan vegetasi dapat mengurangi kemampuan sungai untuk menyerap nutrien, menghasilkan oksigen, dan mempertahankan suhu air yang optimal untuk kehidupan organisme air. Selain limbah kimia, aktivitas penambangan emas juga dapat meningkatkan limbah organik di dalam air sungai. Limbah organik seperti sisa makanan dan kotoran dari kamp-kamp penambangan dapat mempercepat dekomposisi organik di dalam air, mengurangi kandungan oksigen terlarut melalui proses penggunaan oksigen oleh bakteri yang terlibat dalam dekomposisi. Effendi (2003) menyatakan hilangnya habitat alami dapat mengurangi jumlah organisme yang hidup di sungai, yang pada gilirannya dapat mengurangi produksi oksigen melalui proses fotosintesis oleh tumbuhan air. Dengan demikian, aktivitas penambangan emas tanpa izin memiliki potensi yang signifikan untuk mempengaruhi oksigen terlarut dalam air sungai, yang pada gilirannya dapat mengganggu ekosistem sungai dan kesehatan lingkungan air secara keseluruhan.

Biochemical Oxygen Demand (BOD)

Pengukuran BOD dilakukan secara eksitu dan dilakukan di Laboratorium Dinas Lingkungan Hidup Merangin. Nilai dari pengukuran BOD di Sungai Batang Masumai dapat dilihat pada gambar 16 berikut ini :



Gambar 16. Grafik Nilai BOD Perairan Sungai Batang Masumai (Sumber : Data Primer, 2023)

Berdasarkan grafik di atas menunjukkan adanya peningkatan nilai BOD pada tiap titik pengambilan sampel. Pada titik I (lokasi sebelum aktivitas PETI) diperoleh nilai BOD sebesar 9 mg/L, pada titik II (lokasi aktivitas PETI) dan titik III (lokasi setelah aktivitas PETI) diperoleh nilai BOD yang sama sebesar 13 mg/L. Menurut Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 baku mutu BOD untuk air sungai kelas III yaitu 4 mg/L, jika dibandingkan dengan baku mutu air kelas III untuk parameter BOD berdasarkan maka kondisi kualitas air sungai ditinjau dari parameter BOD di seluruh titik pengamatan telah melebihi baku mutu dan tidak sesuai dengan peruntukannya. Hal ini menandakan bahwa kualitas air Sungai Batang Masumai kurang mendukung kehidupan dan pertumbuhan makrozoobentos.

Menurut Kristanto (2002) BOD menunjukkan jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh organisme hidup untuk menguraikan atau mengoksidasi bahan-bahan buangan di dalam air. Jika konsumsi oksigen tinggi, yang ditunjukkan dengan semakin kecilnya sisa oksigen terlarut di dalam air, maka berarti kandungan bahan buangan yang membutuhkan oksigen adalah tinggi. Semakin banyak bahan buangan pada suatu perairan maka akan semakin banyak pula oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh organisme dalam air untuk mendegradasi bahan organik dalam air tersebut sehingga oksigen terlarut akan berkurang. Hal ini akan mempengaruhi jumlah, jenis, dan mortalitas yang akan mengakibatkan keanekaragaman juga akan berubah.

Tingginya nilai parameter BOD dan adanya kecenderungan peningkatan konsentrasi BOD dari hulu ke hilir sungai membuktikan bahwa masukan limbah organik dari aktivitas antropogenik di sepanjang sungai. Tingginya nilai BOD pada bagian tengah dan hilir Sungai diakibatkan oleh tingginya kandungan bahan organik di perairan yang diprediksi berasal dari limbah rumah tangga dan aktivitas penambangan emas tanpa izin (PETI). Menurut Salmin (2005) semakin tinggi konsentrasi BOD di suatu perairan mengindikasikan bahwa perairan tersebut telah tercemar. Kadar BOD dalam air yang tingkat pencemarannya masih rendah dan dapat dikategorikan sebagai perairan yang baik berkisar 0 – 10 ppm. Peningkatan angka BOD di perairan pada umumnya berasal dari bahan-bahan organik dari limbah domestik dan limbah lainnya (Rahayu dan Tontowi, 2009). Pembuangan limbah dari permukiman dan lahan pertanian ke sungai biasanya akan meningkatkan nilai BOD perairan (Anhwange *et al.*, 2012).

Aktivitas penambangan emas tanpa izin dapat memiliki dampak serius terhadap kualitas air sungai, termasuk nilai BOD. Proses penambangan emas tanpa izin seringkali melibatkan penggunaan merkuri dan bahan kimia beracun lainnya untuk memisahkan emas dari batuan. Limbah-limbah ini dapat mencemari air sungai dan meningkatkan nilai BOD karena mengandung bahan organik dan senyawa-senyawa kimia yang menghasilkan dekomposisi mikroba. Kristanto (2002) menyatakan bahwa penambangan emas tanpa izin dapat mengganggu ekosistem sungai, termasuk populasi organisme yang hidup di dalamnya. Peningkatan limbah organik dan bahan beracun dapat mengurangi populasi mikroorganisme yang bertanggung jawab untuk mendekomposisi bahan organik dalam air, yang pada gilirannya dapat meningkatkan nilai BOD. Penambangan emas tanpa izin sering melibatkan perubahan dalam tata guna lahan, termasuk penyaluran aliran air. Perubahan ini dapat menyebabkan peningkatan aliran air dan erosi tanah, yang dapat mengganggu habitat alami organisme air dan meningkatkan nilai BOD akibat pencemaran tambahan.

4.3 Identifikasi Makrozoobentos

Penagambilan sampel makrozoobentos di ambil menggunakan alat berupa *eckman hand grab*. *Eckman grab* adalah alat pengambil sampel yang digunakan dalam penelitian kelautan untuk mengambil contoh sedimen dari dasar air. Alat ini dirancang untuk mengumpulkan sampel secara vertikal dari permukaan dasar air dengan cara yang konsisten untuk tujuan penelitian ilmiah. Ada beberapa variasi dan modifikasi dari *Eckman Grab* yang dapat digunakan sesuai dengan kebutuhan penelitian. Berikut adalah beberapa macam *Eckman Grab* yang umum digunakan :

1. *Eckman Box Grab*

Merupakan jenis grab yang paling umum. Terdiri dari dua rahang atau celah yang dapat terbuka dan tertutup. Digunakan untuk mengambil sampel sedimen dasar laut dengan cara menutup rahangnya saat mencapai dasar laut dan membuka rahangnya saat ditarik kembali ke permukaan.

2. *Eckman Dredge*

Merupakan modifikasi dari *Eckman Grab* yang lebih besar. Dirancang untuk mengambil sampel sedimen yang lebih besar dari dasar laut.

3. *Eckman-McIntyre Grab*

Menggabungkan prinsip-prinsip *Eckman Grab* dengan mekanisme pengambilan sampel yang lebih rumit. Lebih canggih dan dapat menyediakan sampel yang lebih representatif dari berbagai lapisan sedimen di dasar laut.

4. *Eckman-Birge Grab*

Merupakan variasi yang dirancang untuk mengurangi efek gangguan arus saat proses pengambilan sampel. Mampu mengatasi perubahan arus di sekitar alat selama pengambilan sampel.

5. *Eckman Hand Grab*

Sebuah grab yang lebih sederhana yang dapat dioperasikan secara manual oleh peneliti yang berada di kapal atau perahu. Cocok untuk pengambilan sampel di perairan dangkal.

Makrozoobentos yang ditemukan dan diidentifikasi pada perairan Sungai Batang Masumai Kabupaten Merangin berjumlah 8 famili dan terdiri dari 5 ordo. Makrozoobentos yang ditemukan pada masing-masing dapat digunakan untuk menggambarkan makrozoobentos yang berada pada perairan tersebut. Makrozoobentos yang ditemukan pada perairan Sungai Batang Masumai Kabupaten Merangin dapat dilihat pada tabel 11.

Tabel 11. Jumlah Famili Makrozoobentos

No.	Kelas	Ordo	Famili	Titik			Jumlah Individu
				I	II	III	
1.		Tricopetra	Philopotamidae	1	1	0	2
2.			Hydroscyphidae	2	1	1	4
3.		Odonata	Gomphidae	0	1	0	1
4.	Insekta		Chironomidae	0	2	0	2
5.		Ephemeroptera	Heptagenidae	2	2	0	4
6.			Caenidae	2	3	0	5
7.		Lepidoptera	Pyralidae	1	2	0	3
8.	Gastropoda	Mesogastropoda	Thiaridae	1	1	5	7
Jumlah (n)		5	8	9	13	6	28

(Sumber : Data Primer, 2023)

Spesies makrozoobentos yang tertangkap pada waktu penelitian di Sungai Batang Masumai Kabupaten Merangin diidentifikasi berdasarkan ciri-ciri berupa:

Spesies I

Spesies I ditemukan pada titik I yang berjumlah 1 ekor. Spesies ini memiliki ciri-ciri yang ditunjukkan pada gambar 8 yaitu: tubuhnya beruas sehingga menurut Borror dkk (1992) digolongkan pada filum artrophoda, tubuhnya terdiri dari kepala, dada dan perut, memiliki tiga pasang kaki pada dadanya sehingga dapat digolongkan pada kelas insekta. Spesies ini berbentuk seperti ulat dengan kepala yang berkembang, tungkai-tungkai toraks dan sepasang embelan seperti kait pada ujung abdomen sehingga spesies ini dapat digolongkan pada ordo tricoptera. Spesies ini memiliki warna yang berbeda, kepala dari famili ini berwarna gelap sedangkan bagian tubuhnya berwarna terang dan tubuhnya bersegmen. Larva ini ditemukan di air bersih yang mengalir deras. Berdasarkan ciri-ciri tersebut maka dapat disimpulkan bahwa spesies ini termasuk pada famili Philopotamidae. Hasil pengamatan spesies I dapat di lihat pada tabel 12.

Tabel 12. Hasil Pengamatan Spesies 1

Hasil Pengamatan	Hasil Literatur
	
(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2023)	(Sumber : Borror, 1992)

Larva dari Philopotamidae membangun sutra panjang, terutama di bawah batu. Semua spesies hidup dalam air yang cepat dan terbatas, hampir seluruhnya ke daerah berbukit atau bergunung-gunung, beberapa hanya ditemukan di aliran dingin (Edmoson, 1959). Menurut Borror dkk (1992) serangga tricoptera ini bervariasi panjangnya 6 mm sampai 9 mm dan mempunyai ruas terakhir dari palpus maksila yang memanjang, biasanya berwarna kecoklat-coklatan. Larva ini hidup di dalam aliran- aliran air yang cepat dan membuat jaring-jaring yang ditempelkan pada batu-batu sehingga membentuk selubung. selubung ini mempunyai lubang yang besar pada ujung diatasnya dan lubang yang lebih kecil pada ujung yang lainnya. Banyak jaring-jaring demikian

seringkali menempel berdekatan bersama. Larva tinggal di dalam jaring dan makan makanan yang tertangkap di sana. Pupasi terjadi di dalam selubung-selubung yang terbuat dari kerikil-kerikil dan terikat dengan sutera.

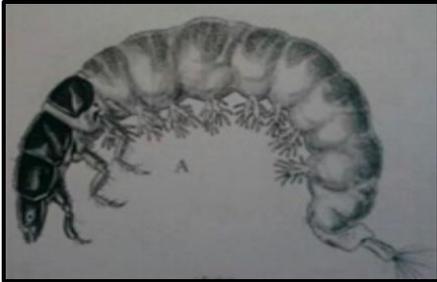
Klasifikasi Spesies I menurut Voshel (2014), adalah:

Kingdom : Animalia
 Filum : Arthropoda
 Kelas : Insecta
 Ordo : Trichoptera
 Famili : Philopotamidae

Spesies II

Spesies II ditemukan pada titik I dan titik II dengan rincian pada titik I berjumlah 5 ekor dan titik II berjumlah 3 ekor. Spesies ini memiliki ciri-ciri yang ditunjukkan pada gambar 9 yaitu tubuhnya beruas sehingga menurut Borror dkk (1992) digolongkan pada filum artrophoda tubuhnya terdiri dari kepala, dada dan perut, memiliki tiga pasang kaki pada dadanya sehingga dapat digolongkan pada kelas insekta. Spesies ini berbentuk seperti ulat dengan kepala yang berkembang, tungkai-tungkai thoraks dan sepasang sepasang embelan-embelan seperti kait pada ujung abdomen sehingga spesies ini dapat digolongkan pada ordo trichoptera. Ekor agak menjulang, bentuk prochantin bercabang dua, venter dari prothorax mempunyai sepasang lembaran, perut dengan insang bercabang dan rambut setae menyebar. Spesies ini ditemukan dibalik bebatuan yang aliran air sungainya deras dan bersih. Berdasarkan ciri-ciri tersebut maka dapat disimpulkan bahwa spesies ini masuk dalam famili Hydropcyshidae. Hasil pengamatan spesies I dapat di lihat pada tabel 13.

Tabel 13. Hasil Pengamatan Spesies II

Hasil Pengamatan	Hasil Literatur
	
(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2023)	(Sumber : Borror, 1992)

Menurut Gerber (2002) Hydropcyshidae termasuk serangga dari ordo Trichoptera yang banyak dijumpai di sungai berarus deras dengan kandungan

oksigen tinggi. Bentuknya seperti ulat, memiliki tiga pasang kaki dan bernapas dengan insang yang terletak di ruas abdomen.

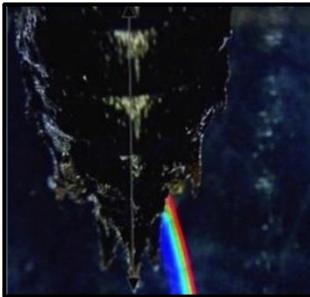
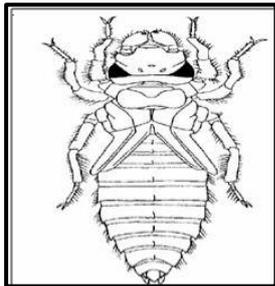
Klasifikasi Spesies II menurut Borror dkk (1992), adalah :

- Kingdom : Animalia
- Filum : Arthropoda
- Kelas : Insecta
- Ordo : Trichoptera
- Famili : Hydrocysnidae

Spesies III

Spesies III ditemukan pada titik II yang berjumlah 1 ekor. Spesies ini memiliki ciri-ciri yang ditunjukkan pada gambar 17 yaitu: tubuhnya beruas sehingga menurut Borror dkk (1992) digolongkan pada filum artrophoda, tubuhnya terdiri dari kepala, dada dan perut, memiliki tiga pasang kaki pada dadanya sehingga dapat digolongkan pada kelas insekta. Abdomen panjang dan langsing, memiliki mata majemuk besar, thoraks relatif kecil dan kompak sehingga dapat digolongkan ordo odonata. Spesies ini berwarna hitam, memiliki tiga pasang kaki dengan sepasang antena. Berdasarkan ciri-ciri tersebut maka dapat disimpulkan bahwa spesies ini merupakan famili ghompidae. Hasil pengamatan spesies I dapat di lihat pada tabel 14.

Tabel 14. Hasil Pengamatan Spesies III

Hasil Pengamatan		Hasil Literatur
		
(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2023)		(Sumber : Voshell, 2002)

Tiga daun seperti insang di dasar perut yang digunakan untuk mendapatkan oksigen. Famili *Gomphidae* membutuhkan 4 sampai 8 ppm oksigen terlarut untuk bertahan hidup. Famili Gomphidae dapat dibedakan dari nimfa capung oleh badan sempit dengan tiga insang memanjang dalam formasi tripod pada akhir tubuh. Tiga pasang kaki panjang dan kurus (Bouchard, 2004).

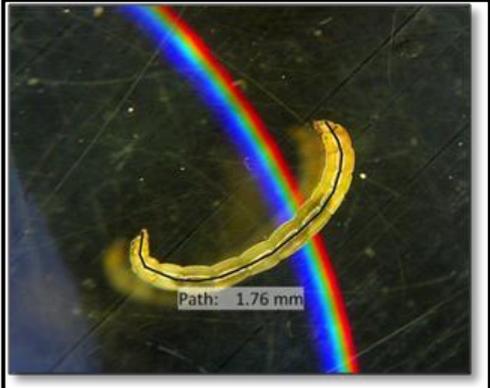
Klasifikasi Spesies III menurut (Borrer dkk., 1992), adalah:

Kingdom : Animalia
Filum : Arthropoda
Kelas : Insecta
Ordo : Odonata
Famili : Gomphidae

Spesies IV

Spesies IV ditemukan pada titik II yang berjumlah 3 ekor. Spesies ini memiliki ciri-ciri yang ditunjukkan pada gambar 4.4 yaitu: tubuhnya beruas sehingga menurut Borrer dkk (1992) digolongkan pada filum artrophoda, tubuhnya terdiri dari kepala, dada dan perut, sehingga dapat digolongkan pada kelas insekta. Spesies ini memiliki bentuk seperti cacing dan tidak memiliki tungkai sehingga spesies ini digolongkan ordo diptera. Tubuh spesies ini agak sedikit kaku dengan diameter yang sama,tubuh berwarna kuning, tubuhnya bersegmen, memiliki dua pasang prolegs yang berada pada dada dan bagian akhir dari perut. Berdasarkan ciri-ciri tersebut maka spesies ini dimasukkan dalam famili Chironomidae. Hasil pengamatan spesies I dapat di lihat pada tabel 15.

Tabel 15. Hasil Pengamatan Spesies IV

Hasil Pengamatan	Hasil Literatur
	

(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2023)

(Sumber : Voshell, 2002)

Menurut Voshell (2002) menyebutkan Larva serangga Chironomidae sangat umum dan menyebar. Ada dua pasang proleg di bagian bawah tubuhnya, satu pasang pada segmen pertama dari segmen thorak dan satu pasang pada segmen terakhir dari perut, sebagian besar dari larva Chironomidae berwarna merah cerah, hal ini dikarenakan larva Chironomidae mempunyai hemoglobin.

Chironomidae merupakan serangga yang tergolong holometabola yang

memiliki empat fase hidup yaitu telur, larva, pupa dan dewasa. Fase larva memiliki empat instar sebelum membentuk pupa. Lama fase larva Chironomidae berkisar dari dua minggu (daerah tropik) sampai beberapa tahun (daerah (temperate). Fase larva yang lama di air disebabkan larva mengalami masa dorman pada musimdingin dan terbungkus rapat dalam cases khusus (Edmoson, 1959).

Spesies V

Spesies V ditemukan pada titik I dan titik II dengan rincian pada titik I berjumlah 3 ekor dan titik II berjumlah 4 ekor. Spesies ini memiliki ciri-ciri yang ditunjukkan pada gambar 12 yaitu: tubuhnya beruas sehingga menurut Borror dkk (1992) digolongkan pada filum artrophoda, tubuhnya terdiri dari kepala, dada dan perut, memiliki tiga pasang kaki pada dadanya sehingga dapat digolongkan pada kelas insekta. Hasil pengamatan spesies I dapat di lihat pada tabel 16.

Tabel 16. Hasil Pengamatan Spesies V

Hasil Pengamatan	Hasil Literatur
	
(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2023)	(Sumber : Voshell, 2002)

Heptageniidae merupakan famili yang terbesar dari serangga akhir musim semi di amerika utara, dan anggota-anggotanya adalah umum dan sangat luas tersebar. Nimfa-nimfa adalah bentuk-bentuk yang tergeletak bergelimpangan seenaknya, biasanya berwarna hitam, yang mempunyai kepala dan tubuh yang gepeng. Kebanyakan jenis terdapat di sebelah sisi bawah batu-batuan di aliran air, tetapi beberapa terdapat disungai sungai yang berpasir dan kolam-kolam yang banyak endapannya serangga yang dewasa mempunyai dua filamen ekor dan dua pasang inkalari kubitus yang agak sejajar. Tarsi pada belakang lima ruas (Borror dkk., 1992).

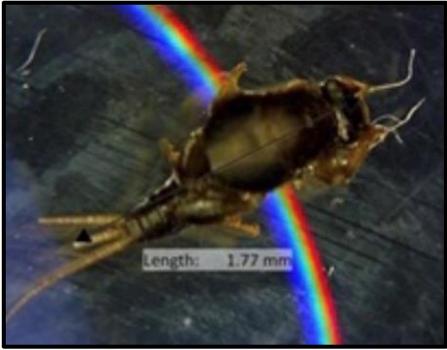
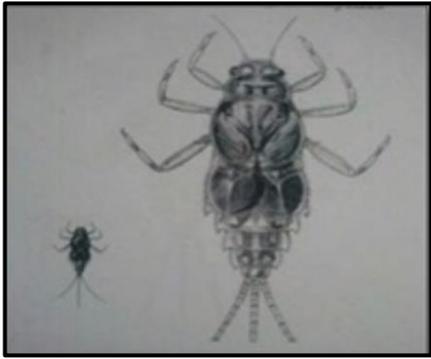
Klasifikasi spesies VI menurut Edmondson (1959):

Kingdom : Animalia
Filum : Arthropoda
Kelas : Insecta
Ordo : Ephemeroptera
Famili : Heptageniidae

Spesies VI

Spesies VI ditemukan pada titik I dan titik II dengan rincian pada titik I berjumlah 4 ekor dan titik II berjumlah 6 ekor. Spesies ini memiliki ciri-ciri yang ditunjukkan pada gambar 13 yaitu: tubuhnya beruas sehingga menurut Borror dkk (1992) digolongkan pada filum artrophoda, tubuhnya terdiri dari kepala, dada dan perut, memiliki tiga pasang kaki pada dadanya sehingga dapat digolongkan pada kelas insekta. Spesies ini sangat lunak memanjang, berukuran sedang, mempunyai ekor seperti benang yang panjang, banyaknya dua atau tiga buah sehingga spesies tersebut digolongkan ordo ephemeroptera. Hasil pengamatan spesies I dapat di lihat pada tabel 17.

Tabel 17. Hasil Pengamatan Spesies VI

Hasil Pengamatan	Hasil Literatur
	
(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2023)	(Sumber : Borror, 1992)

Serangga akhir musim semi ini sangat kecil (sayap depan 2 sampai 6 mm) mempunyai tiga filamen ekor dan tidak mempunyai sayap belakang titik. Mereka serupa dengan Tricorythidae tetapi memiliki cabang yang simetris dan rangka-rangka sayap meluas hampir sampai ke dasar sayap. Nimfa-nimfa terdapat di berbagai habitat akuatik tetapi biasanya di dalam air tenang (Borror dkk.,1992).

Klasifikasi spesies VII menurut Borror dkk (1992):

Kingdom : Animalia
Filum : Arthropoda

Kelas : Insecta
 Ordo : Ephemeroptera
 Famili : Caenidae

Spesies VII

Berdasarkan hasil pengamatan spesies VII yang ditunjukkan pada gambar 14 didapatkan ciri-ciri sebagai berikut: tubuhnya terdiri dari kepala dada dan perut, tubuh memanjang lunak dan bersegmen, memiliki warna coklat kehitaman, sepasang mata terletak di kepala atas, panjang sekitar 3 cm, serangga ini ditemukan pada bebatuan diselimuti jaring yang berasal dari dedaunan pada aliran air yang deras. Hasil pengamatan spesies I dapat di lihat pada tabel 18.

Tabel 18. Hasil Pengamatan Spesies VII

Hasil Pengamatan	Hasil Literatur
	
(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2023)	(Sumber : Zeller, 2018)

Gerber (2002) menyatakan bahwa larva ini memiliki karakteristik bentuk tubuh seperti ulat serta kaki dan prolegs seperti dalam. Larva ini hidup melekat atau mengambang pada vegetasi, atau di silken jaring di batu. Mulut yang disesuaikan untuk memakan ganggang di batu.

Klasifikasi spesies VII menurut Edmondson (1959):

Kingdom : Animalia
 Filum : Arthropoda
 Kelas : Insekta
 Ordo : Lepidoptera
 Famili : Pyralidae

Spesies VIII

Spesies VIII ditemukan pada titik I, titik II, titik III dengan rincian pada titik I berjumlah 3 ekor, titik II berjumlah 1 ekor, titik II berjumlah 7 ekor, dan titik IV berjumlah 11 ekor. Spesies ini memiliki ciri-ciri yang ditunjukkan pada gambar 15 yaitu: tubuhnya dilindungi oleh cangkang sehingga dapat digolongkan pada filum moluska, spesies ini berjalan dengan tubuhnya dan

memiliki cangkang yang semakin memanjang sehingga spesies ini digolongkan dalam kelas gastropoda. Spesies ini tidak memiliki operkulum. Hasil pengamatan spesies I dapat di lihat pada tabel 19.

Tabel 19. Hasil Pengamatan Spesies VIII

Hasil Pengamatan	Hasil Literatur
	
(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2023)	(Sumber : Bouchard, 2004)

Arah perputaran cangkang berlawanan dari putaran jarum jam. Panjang 1-2 cm, tempurung bermenara, permukaan luar dengan pergoresan kasar dan lapisan luar miliki bintil. Warnanya kecoklatan muda dan kuning terang. Berdasarkan ciri-ciri tersebut maka dapat disimpulkan bahwa spesies ini merupakan famili Thiaridae.

Menurut Bouchard (2004) Umumnya kehadiran famili Thiaridae adalah tanda kualitas air lebih baik. Meskipun ada beberapa yang menentang siput tidak selalu menunjukkan polusi, jumlah siput ini sering menunjukkan perairan berdampak karena mereka dapat bertahan pada kondisi oksigen rendah terlarut.

Klasifikasi Spesies VIII menurut (Gerber, 2002), adalah:

- Kingdom : Animalia
- Filum : Mollusca
- Kelas : Gastropoda
- Ordo : Mesogastropoda
- Famili : Thiaridae

4.4 Nilai Indeks Keanekaragaman (H'), Indeks Keseragaman (E) dan Indeks Dominansi (D) Makrozoobentos

Hasil perhitungan nilai indeks keanekaragaman (H'), indeks keseragaman (E) dan indeks dominansi (D) makrozoobentos secara keseluruhan dari semua titik pengamatan dapat dilihat pada pembahasan di bawah.

Rumus yang digunakan untuk menghitung keanekaragaman spesies mengacu pada indeks Shannon Wiener (Michael, 1994), sebagai berikut:

Keterangan :

H : Indeks keanekaragaman Shannon-Wenner

N: Jumlah total individu

ni: Jumlah individu spesies ke-i

Dimana H' yaitu indeks keanekaragaman Shannon-Wiener; Pi yaitu proporsi jenis ke-I; ni yaitu jumlah individu tiap jenis ke-i; dan N yaitu jumlah total individu. Berdasarkan Basmi (1995), hasil perhitungan indeks keanekaragaman dapat dikelompokkan menjadi tiga bagian yaitu jika keanekaragaman $H' < H'^3$ maka keanekaragaman serta kestabilan komunitas tinggi.

Hasil perhitungan indeks keanekaragaman makrozoobentos disajikan pada tabel 20 di bawah ini

Tabel 20. Indeks Keanekaragaman (H') Makrozoobentos

Titik	Indeks Keanekaragaman (H')	Kriteria	Tingkat Cemar
I	1,735	Keanekaragaman Sedang	Tercemar Sedang
II	1,992	Keanekaragaman Sedang	Tercemar Sedang
III	0,451	Keanekaragaman Rendah	Tercemar Berat

(Sumber : Data Primer, 2023)

Berdasarkan tabel 20 dapat diketahui nilai H' makrozoobentos di Sungai Batang Masumai apabila diurutkan dari tinggi ke rendah berturut-turut adalah Titik II (1,992), kemudian Titik I (1,735) dan terendah di Titik III (0,451). Indeks keanekaragaman tertinggi ditemukan di titik I dan titik II dimana daerah pada titik I berada sebelum sumber pencemar (Aktivitas PETI) dan titik II berada pada daerah yang digunakan sebagai lokasi dari penambangan emas ilegal. Berdasarkan hasil perhitungan, indeks keanekaragaman rata-rata makrozoobentos di tiga titik pengambilan sampel di Sungai Batang Masumai masuk dalam kategori sedang sampai berat.

Pada Titik I dan Titik II didapatkan bahwa tingkat cemaran perairan berada di kategori tercemar sedang karena tingkat keanekaragaman makrozoobentos pada titik tersebut berada di kriteria sedang. Titik I dan titik II dapat dikatakan pada tingkat cemaran sedang karena dapat dilihat pada lokasi sampel yang mana hanya ada sedikit sumber pencemar yaitu dari aktivitas PETI. Sedangkan pada Titik III didapatkan bahwa nilai keanekaragaman rendah yang menunjukkan bahwa tingkat cemaran pada perairan tersebut tercemar berat. Hal

ini dapat diketahui karena titik III berada pada lokasi setelah aktivitas PETI dilakukan dan juga berada dekat pada daerah permukiman warga Desa Nibung.

Mengacu kepada klasifikasi indeks keanekaragaman Shannon-Wiener, indeks keanekaragaman Makrozoobentos di Sungai Batang Masumai termasuk kedalam kategori keanekaragaman rendah, penyebaran jumlah individu tiap genus rendah dan kestabilan komunitas rendah. Hasil tersebut didapatkan dari analisis nilai indeks keanekaragaman makrozoobentos pada masing-masing titik dimana memiliki nilai antara 0,451-1,992.

Keanekaragaman makrozoobentos paling banyak terdapat pada titik I dan titik II. Pada titik I terdapat 6 spesies yang ditemukan antara lain Philopotamidae, Hydropcyshidae, Heptagenidae, Caenidae, Pyralidae, Thiaridae. Pada titik II terdapat semua spesies yang ditmukan antara lain Philopotamidae, Hydropcyshidae, Gomphidae, Chironomidae, Heptagenidae, Caenidae, Pyralidae, Thiaridae. Sedangkan pada titik III hanya ditemukan satu spesies saja yaitu Thiaridae. Banyaknya spesies yang ditemukan pada titik I dan titik II dikarenakan beberapa spesies tersebut memiliki daya toleransi yang tinggi terhadap perubahan lingkungan. Sedangkan pada titik III hanya ditemukan satu spesies di mana titik III merupakan lokasi setelah aktivitas PETI dan adanya permukiman warga dilakukan yang mana pada titik tersebut sumber pencemar telah melewati nilai baku mutu. Hal ini menunjukkan bahwa kondisi perairan tersebut sangat tercemar hingga sedikitnya spesies yang ditemukan.

Rendahnya Indeks Keanekeragaman (H') diduga disebabkan oleh kondisi perairan yang sangat tidak baik. Hal ini terlihat dari kondisi fisik warna air yang berwarna kuning pekat dan perairan yang dangkal karena banyaknya endapan di dasar sungai. Aktivitas di sekitar sungai yang berupa kegiatan rumah tangga serta menjadi salah satu aktivitas dari penambangan emas tanpa izin (PETI) banyak membuang limbah ke perairan sungai. Buangan tersebut menyebabkan kondisi unsur hara perairan menjadi tidak seimbang, sehingga tidak mendukung keoptimalan pertumbuhan makrozoobentos. Romimoharto dan Juwana (2004), menyebutkan kekeruhan air adalah jumlah padatan tersuspensi dalam suatu perairan, sedangkan kecerahan adalah daya tembus cahaya matahari kesuatu perairan, dalam hal ini adalah jarak tembus cahaya kedalam suatu perairan.

Nilai Indeks Keseragaman (E) Makrozoobentos

Indeks keseragaman (E) adalah komposisi setiap individu pada suatu spesies yang terdapat dalam suatu komunitas. Semakin merata penyebaran individu antar spesies maka keseimbangan ekosistem akan semakin meningkat. Indeks keseragaman merupakan pendugaan yang baik untuk menentukan

dominasi dalam suatu area (Levinton, 1982). Nilai Indeks keseragaman jenis dapat menggambarkan kestabilan suatu komunitas.

Menurut Supono (2008) perhitungan keseragaman jenis dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$E = H'/H_{\max}$$

Keterangan :

E : Indeks keseragaman jenis

H' : Indeks keragaman

H_{max} : log² S

S : Jumlah jenis

Dimana indeks keseragaman berkisar 0-1, dengan ketentuan :

E > 0,6 : Keseragaman jenis tinggi

0,6 ≥ E ≥ 0,4 : Keseragaman jenis sedang

E < 0,4 : Keseragaman jenis rendah

Hasil perhitungan indeks keanekaragaman makrozoobentos disajikan pada tabel 21 di bawah ini.

Tabel 21. Indeks Keseragaman (E) Makrozoobentos

Titik	Indeks Keseragaman (E)	Kriteria
I	0,968	Keseragaman Tinggi
II	0,958	Keseragaman Tinggi
III	0,650	Keseragaman Tinggi

(Sumber : Data Primer, 2023)

Berdasarkan tabel 21 dapat diketahui nilai keseragaman makrozoobentos di Sungai Batang Masumai tidak terdapat perbedaan yang signifikan di tiap titik. Apabila diurutkan dari tinggi ke rendah berturut-turut adalah Titik I (0,968), kemudian Titik II (0,958) dan terendah di Titik III (0,650). Pada tiap titik dapat dikatakan bahwa keseragaman makrozoobentos berada pada kriteria tinggi. Indeks keseragaman yang tinggi menunjukkan persebaran spesies makrozoobenthos merata dan tidak ada dominansi oleh satu spesies. Faktor fisik kimiawi yang relatif homogen menjadi penyebab tingginya pemerataan bentos (Yolanda et al., 2015). Hal ini menunjukkan bahwa penyebaran populasi makrozoobenthos pada perairan Sungai Batang Masumai cukup baik. Banyaknya jenis spesies makrozoobenthos yang ditemukan pada setiap titik meskipun terdapat spesies tertentu yang mendominasi. Hal ini kemungkinan berkaitan dengan keadaan perairan yang kondisi habitatnya bervariasi (Irmawan, 2010).

Semakin tinggi indeks Keanekaragaman (H') maka Indeks Keseragaman (E') semakin mendekati 0 (nol). Adanya perbedaan nilai indeks keanekaragaman dan keseragaman yang bervariasi pada perairan menurut Yazwar (2008), disebabkan oleh faktor fisika air serta ketersediaan nutrisi dan pemanfaatan nutrisi yang berbeda dari tiap individu. Di ketahui bahwa indeks keanekaragaman pada Sungai Batang Masumai berkisar antara 0,451 – 1,992 yang berarti keanekaragaman cenderung rendah dan indeks keseragaman berkisar antara 0,650 – 0,968 yang berarti indeks keseragaman tinggi. Hal ini membuktikan bahwa indeks keanekaragaman berbanding terbalik dengan indeks keseragaman.

Tingginya keseragaman pada semua titik sampling karena spesies yang merata, sehingga tidak terjadinya kecenderungan terhadap suatu spesies. Menurut Fachrul (2006), menyatakan bahwa apabila nilai E mendekati 0, maka keseragaman antara spesies rendah. Apabila nilai E mendekati 1 ($>0,5 - 1$), maka keseragaman antara spesies relatif seragam. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penyebaran makrozoobentos di Sungai Batang Masumai dilihat dari hasil perhitungan keseragaman makrozoobentos ketiga titik sampel tersebut dinyatakan keseragaman populasi besar.

Nilai Indeks Dominansi (D) Makrozoobentos

Indeks dominansi merupakan perhitungan yang digunakan untuk mengetahui ada atau tidaknya jenis yang mendominasi pada komunitas makrozoobentos. Perhitungan indeks dominansi dilakukan berdasarkan rumus Odum (1993):

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

Keterangan:

N_i : nilai kepentingan untuk setiap jenis (jumlah individu tiap spesies)

N : nilai kepentingan total (jumlah semua individu tiap spesies)

Indeks Dominansi antara 0-1 jika indeks dominansi mendekati 0 berarti tidak terdapat generasi yang mendominasi spesies lainnya atau struktur komunitas dalam keadaan stabil. Bila indeks dominansi mendekati 1 berarti terdapat spesies yang mendominasi spesies lainnya atau struktur komunitas labil, karena terjadi tekanan ekologis. Indeks ini digunakan untuk menentukan kualitas perairan yang jumlah jenisnya banyak atau dengan keragaman jenisnya tinggi (Fachrul, 2007).

Kategori indeks dominansi Odum (1993), sebagai berikut: apabila $0 < C < 0,5$ maka dapat dikategorikan bahwa pada komunitas fitoplankton tidak terdapat

jenis yang mendominasi; dan apabila $1 > C > 0,5$ maka pada komunitas fitoplankton terdapat jenis yang mendominasi. Hasil perhitungan indeks keanekaragaman makrozoobentos disajikan pada tabel 22.

Tabel 22. Indeks Dominansi (D) Makrozoobentos

Titik	Indeks Dominansi (D)	Kriteria
I	0,185	Dominansi Rendah
II	0,148	Dominansi Rendah
III	0,722	Dominansi Tinggi

(Sumber : Data Primer, 2023)

Berdasarkan tabel 15 dapat diketahui nilai indeks dominansi makrozoobentos di Sungai Batang Masumai terdapat perbedaan. Apabila diurutkan dari tinggi ke rendah berturut-turut adalah Titik III (0,722), kemudian Titik I (0,185) dan terendah di Titik II (0,148). Indeks keanekaragaman tertinggi ditemukan di Titik III dimana pada lokasi tersebut berada setelah aktivitas PETI dilakukan. Titik I berada sebelum sumber pencemar (Aktivitas PETI) dan titik II berada pada daerah yang digunakan sebagai lokasi dari penambangan emas ilegal.

Indeks dominansi pada titik I dan titik II termasuk kategori dominansi rendah, atau tidak ada spesies yang mendominasi. Hal ini menunjukkan bahwa komunitas pada titik I dan titik II dalam keadaan stabil, belum terjadi tekanan ekologi yang mengakibatkan perubahan lingkungan. Purnama et al. (2001), mengatakan bahwa adanya dominansi menunjukkan tempat tersebut memiliki kekayaan jenis yang rendah dengan sebaran yang tidak merata, berarti di dalam komunitas yang diamati dijumpai jenis yang mendominasi. Dengan demikian, kondisi tersebut mencerminkan struktur komunitas dalam keadaan labil. Sedangkan pada titik III termasuk kategori tinggi dimana hanya ada 1 jenis makrozoobentos yang mendominasi pada daerah tersebut yaitu dari famili Thiaridae.

Menurut Sudarja (1987) bila indeks dominansi yang diperoleh mendekati satu, maka populasi tersebut didominasi oleh spesies tertentu. Semakin ke hilir indeks dominansi semakin tinggi, dimana semakin kecil nilai indeks dominansi maka menunjukkan bahwa tidak ada spesies yang mendominasi sebaliknya semakin besar dominansi maka menunjukkan ada spesies tertentu (Odum, 1993).

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Keanekaragaman yang didapatkan selama penelitian terdiri dari dua (2) kelas yaitu Insekta dan Gastropoda, lima (5) ordo yaitu Tricopetra, Odonata, Ephemeropetra, Lepidopetra dan Mesogastropoda, serta terdapat delapan (8) famili yang di peroleh yaitu : Philopotamidae, Hydropcyshidae, Gomphidae, Chironomidae, Heptagenidae, Caenidae, Pyralidae, Thiaridae.
2. Pengukuran parameter fisika-kimia pada ketiga lokasi menunjukkan hasil suhu rata-rata 30°C, pH rata-rata 8, kecerahan berkisar 6-8 cm, DO berkisar 0,3-0,4 mg/L, BOD berkisar 9-13 mg/L. Sedangkan hasil indeks keanekaragaman pada ketiga titik penelitian berkisar antara 0,451-1,992, indeks keseragaman pada ketiga titik penelitian berkisar antara 0,650-0,968, sedangkan indeks dominasinya berkisar 0,185-0,722. Berdasarkan pengukuran parameter fisika dan kimia, dan biologi dengan makrozoobentos sebagai bioindikator menunjukkan hasil air Sungai Batang Masumai tergolong ke dalam pencemaran berat.

5.2 Saran

Perlunya pengelolaan yang lebih baik dan penegakan hukum untuk mengatasi penambangan emas tanpa izin guna melindungi lingkungan perairan dan menjaga keseimbangan serta kualitas air sungai.

DAFTAR PUSTAKA

- Abida, et.al. 2009. *Analisa Kelimpahan Makrozoobentos dan Ketersediaan Nutrien (NO₃ dan PO₄) di perairan Kecamatan Kwanyar Kabupaten Bangkalan*. Madura: Jurnal Kelautan Sumatera.
- Amelia, F., & Rahmi, R. (2017). *Analisa Logam Berat Pada Air Minum Dalam Kemasan (Amdk) Yang Diproduksi Di Kota Batam*. Jurnal Dimensi, 6 (3).
- Aqil, Mushtofa. 2014. *Analisis Struktur Komunitas Makrozoobentos Sebagai Bioindikator Kualitas Perairan Sungai Wedung Kabupaten Demak*. Diponogoro: Jurnal of Maquares.
- Asdak, Chay. 2010. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Air Sungai: Edisi Revisi Kelima*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press Yogyakarta.
- Borrer. D. J, Triplehorn, C.A, Johnson, N. F. 1992. *Pengenalan Pelajaran Serangga*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Bouchard. R. W. 2004. *Guide to Aquatic Macroinvertebrata of the Upper Midwest*. Water Resources center, University of Minnesota.
- Delgado, G. A., Glazer, R. A., and McCarthy, K. 2007. *Translocation as Strategy to Rehabilitate the Queen Conch (Strombus gigas) Population in The Florida Keys*. Journal of National Marine Fisheries Service. Academic of Florida Fish and Wildlife Conservation Commission. Marine Research Institute. Miami.
- Djamal, Irawan Zoer'aini. 2012. *Prinsip-Prinsip Ekologi Ekosistem, Lingkungan Dan Pelestariannya*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Doni Setiawan. 2008. *Struktur Komunitas Makrozoobentos Sebagai Bioindikator Kualitas Lingkungan Perairan Hilir Sungai Musi* Skripsi. Biologi MIPA Institut Pertanian Bogor.
- Dwitawati, Ari Diah dan Widiyanto Joko. 2015. *Biomonitoring Kualitas Air Sungai Gandong Dengan Bioindikator Makroinvertebrata Sebagai Bahan Petunjuk Praktikum Pada Pokok Bahasan Pencemaran Lingkungan Smp Kelas VII*, jurnal florea (online) vol 2 no 1
- Edward. 2008. *Pengamatan Kadar Merkuri Di Perairan Teluk Kao (Halmahera) dan Perairan Anggai (Pulau Obi) Maluku utara*. UPT Loka Konservasi Biota Laut Tual, LIPI, Maluku Tenggara 97611, Indonesia. Vol.12, No.2, 97-101.
- Effendi, Hefni. 2003. *Telaah Kualitas Air : Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Penerbit : Kanisius. Yogyakarta.
- Fachrul MF. 2007. *Metode Sampling Biologi*. Bumi Aksara, Jakarta.
- Fahrudin. 2010. *Bioteknologi Lingkungan*. Bandung: Alfabeta.
- Fardiaz S. 1992. *Polusi Air dan Udara*. Yogyakarta: Kanisius.
- Fitria Yeni Bahri. 2010. *"Keanekaragaman Dan Kepadatan Komunitas Moluska Diperairan Sebelah Utara Danau Maninjau"*, Skripsi, Departemen Biologi Fakultas MIPA, Institut Pertanian Bogor.

- Gerber. A. 2002. *Aquatic Invertebrates Of South African Rivers*. Africa: Institute For Water Quality Studies.
- Inchan Faolo Silaen, Boedi Hendrarto, Mustofa Niti Supardjo. 2010. *Distribusi Dan Kelimpahan Gastropoda Pada Hutan Mangrove Teluk Awur Jepara* Journal Of Management Of Aquatic Resources. Vol 2 No 3 Halaman 93-103
- Indah Wahyuni Abida. 2009. *Struktur Komunitas dan Kelimpahan Fitoplankton di Perairan Muara Sungai Porong Sidoarjo*. Jurnal Rekayasa. Vol. 2 No. 2.
- Kristanto. I. P. 2004. *Ekologi Industri*. Yogyakarta: Andi.
- Leksono. S. 2007. *Pendekatan Deskriptif Dan Kualitatif*. Malang: Bayumedia Publishing.
- Lubis. 2009. *Keanekaragaman Dan Kelimpahan Makrozoobentos Di Sungai Naborsahan Kabupaten Toba Samosir Sumatera Utara*. Jurnal Ekologi.
- Fauzi, Ahkmad. 2004. *Ekonomi Sumberdaya Alam dan Lingkungan: Teori dan Aplikasi*. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Ferianita, Melati. 2007. *Metode Sampling Bioekologi*. Jakarta : PT Bumi Aksara.
- Firmansyah, Y. W., Widiyantoro, W., Fuadi, M. F., Afrina, Y., & Hardiyanto, A. 2021. *Dampak Pencemaran Sungai Di Indonesia Terhadap Gangguan Kesehatan: Literature Review*. Jurnal Riset Kesehatan Poltekkes Depkes Bandung, 13(1), 120-133.
- Rivai, Muhammad. 2010. *Sistem Monitoring pH dan Suhu Air Dengan Transmisi Data Nirkabel*. Journal Of Electrical And Electronic Engineering: Institut Teknologi Sepuluh November. volume 8 (2).
- Mar'i, H., Izmiarti, I., & Nofrita, N. (2018). *Komunitas Makrozoobentos di Sungai Gua Pintu Ngalau pada Kawasan Karst di Sumatera Barat*. Jurnal Biologi UNAND, 5(1), 41-49.
- Mudarisin. 2004. *Strategi Pengendalian Pencemaran Sungai (Studi Kasus Sungai Cipinang Jakarta Timur)*. Jakarta : Universitas Indonesia
- Muliari Dan Ilham Zulfahmi. 2016. *Dampak Limbah Cair Kelapa Sawit Terhadap Komunitas Fitoplankton Di Sungai Krueng Mane Kabupaten Aceh Utara*. Jurnal Perikanan Dan Kelautan. 6 (2).
- Murtidjo, B.A. 2008. *Budidaya Udang Galah Sistem Monokultur*. Yogyakarta: PT Kanisius.
- Narasiang, A. N., Lasut, M. T., & Kawung, N. J. 2015. *Akumulasi merkuri (Hg) pada ikan di Teluk Manado*. Jurnal Pesisir dan Laut Tropis, 3(1), 8-14.
- Odum E.P. 1996. *Dasar-Dasar Ekologi*. Yogyakarta Gadjah Mada University Press
- Odum EP & GW Barrett. 2005. *Fundamentals of Ecology Brooks Cole 5 edition*. Sounders Company: Toronto.
- Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup
- Rachman. 2016. *Makrozoobenthos Sebagai Bioindikator Kualitas Air Sungai Di Sub Das Ciliwung Hulu*. Institut Pertanian Bogor, 2(3), 261-269.

- Rahmayani S, Rahmalia S, dan Dewi Y. 2014. *Kejadian Penyakit Kulit Pada Masyarakat Pengguna Air Kuantan*. J Online Mhs Progr Stud Ilmu Keperawatan. Riau. 1(2):1-8.
- Sari, M. D., Zuhri, R., & Viza, R. Y. 2020. *Analisis Tingkat Cemaran Bakteri Coliform di Sungai Batang Masumai Kabupaten Merangin*. Biocolony, 3(1), 1-9.
- Sastrawijaya. 1991. *Pencemaran Lingkungan*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Septiana, Nella Indry. 2017. *Keanekaragaman Moluska (Bivalva Dan Gastropoda) Di Pantai Pasir Putih Kabupaten Lampung Selatan*. Skripsi Pendidikan Biologi : UIN Raden Intan Lampung.
- Setyobudiandi. I. 1997. *Makrozoobenthos (Definisi, Pengambilan Contoh Dan Penangannya)*. Laporan Penelitian. Laboratorium Manajemen Sumberdaya Perairan. Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian : Bogor.
- Simamora. D.R. 2009. *Studi Keanekaragaman Makrozoobentos di Aliran Sungai Padang Kota Tebing Tinggi*. Skripsi FMIPA USU. Medan (Tidak Diterbitkan).
- Soegianto, Agoes. 2010. *Ilmu Lingkungan, Sarana Menuju Masyarakat Berkelanjutan*. Airlangga University Press: Surabaya.
- Sudarso J, Wardiatno Y. 2014. *Penilaian Status Mutu Sungai Dengan Indikator Makrozoobentos*. Jakarta: Pena Nusantara.
- Suganda. 2012. *Pengelolaan Lingkungan Dan Kondisi Masyarakat Pada Wilayah Hilir Sungai*. Jurnal Makara Sosial Humaniora. 13 (2).
- Sukadi. 1999. *Pencemaran Sungai Akibat Buangan Limbah Dan Pengaruhnya Terhadap BOD dan DO*. Makalah IKIP. Bandung.
- Sumenge, V. 2008. *Penentuan Kualitas Air Sungai Sendangan Kakas Dengan Bioindikator Keanekaragaman Serangga Air*. [Skripsi]. Universitas Samratulangi, Manado.
- Stancheva, M., Makedonski, L., Petrova, E., 2013. *Determination of Heavy Metals (Pb, Cd, As and Hg) In Black Sea Grey Mullet*. Bulgarian Journal of Agricultural Science.
- Voshell. J. R. 2002. *A Guide to Common Freshwater Invertebrates of North America*. The Mc Donald. America.
- Wiwoho, 2005. *Model identifikasi Daya Tampung Beban Cemaran Sungai Dengan QUAL2E – Study kasus Sungai Babon*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Yuliasuti, E. 2011. *Kajian Kualitas Air Sungai Ngringo Karanganyar dalam Upaya Pengendalian Pencemaran Air*. Tesis. Semarang: Program Pascasarjana Universitas Diponegoro.
- Zulkifli, H Dan Setiawan, D. 2011. *Struktur Dan Fungsi Komunitas Makrozoobentos Di Perairan Sungai Musi Kawasan Pulokerto Sebagai Instrumen Biomonitoring*. Jurnal Natur Indonesia. 14(1), 95-99.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Penelitian



Gambar 1. Pengambilan sampel air dengan menggunakan alat *water sampler* sederhana



Gambar 2. Pengukuran kecerahan menggunakan *Secchi Disk*



Gambar 3. Pengukuran suhu air menggunakan *Thermometer* batang



Gambar 4. Pengambilan sampel makrozoobentos dengan alat *Eckman hand grab*



Gambar 5. Proses penyaringan dan pembersihan makrozoobentos



Gambar 6. Peletakan sampel makrozoobentos pada kaca objek



Gambar 6. Proses pengidentifikasian sampel makrozoobentos

Lampiran 2. Alat dan Bahan



Gambar 1. Alat pengambil sampel air



Gambar 2. Eckman Grab



Gambar 3. DO Meter



Gambar 4. pH Meter



Gambar 5. Pipet Tetes



Gambar 6. Secchi Disc



Gambar 7. Centong air



Gambar 8. Saringan



Gambar 9. Ember



Gambar 10. Plastik Klip



Gambar 11. Sarung Tangan



Gambar 12. GPS



Gambar 13. Tissue



Gambar 14. Meteran



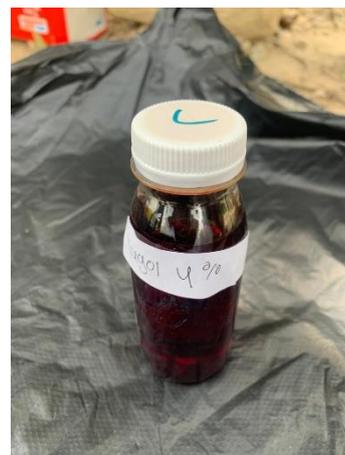
Gambar 15. Kertas Label



Gambar 16. Spidol



Gambar 17. Aquades



Gambar 18. Alkohol 70%

Lampiran 3. Hasil Pengukuran Baku Mutu Air



PEMERINTAH KABUPATEN MERANGIN
DINAS LINGKUNGAN HIDUP
UPTD LABORATORIUM LINGKUNGAN
 Jln. Pemuda No. 02 Kel. Pematang Kandis Kec. Bangko, Telp. (0746) 322 381
 E-mail: laboratoriumdihmerangin@gmail.com
BANGKO



LAPORAN HASIL UJI
 No. 666/012/LHU-LAB/2023

I. UMUM

1. Nomor/Kode Sampel : 012/AS/II.b/23
 2. Nama Customer : Mahasiswa Universitas Jambi
 3. Alamat : Universitas Jambi
 4. Jenis Industri/Kegiatan Usaha : Institusi Pendidikan tinggi dan penelitian
 5. Jenis Sampel : Air Sungai
 6. Petugas Sampling : Refia Viza
 7. Tanggal Sampling : 13 Februari 2023
 8. Tanggal Penerimaan : 13 Februari 2023
 9. Tanggal Pengujian : 13 Februari - 24 Februari 2023
 1. Lokasi/titik Sampling : Hulu Sungai Batang Masumai

II. HASIL PENGUJIAN

NO	PARAMETER	SATUAN	BAKU MUTU *)	HASIL	SPESIFIKASI METODE
A. KIMIA					
1.	Derajat Keasaman (pH) Lab **)	-	6-9	7,71	SNI 6989.11:2019
2.	Kebutuhan Oksigen Biokimiawi (BOD)	mg/L	3	11	SNI 6989.72:2009
3.	Oksigen Terlarut (DO) Lab	mg/L	4	9	SNI 06-6989.14-2004

Keterangan : *) = PPRI No. 22 Tahun 2021. Lampiran VI Tabel I (Kelas 2)
 **) = Parameter terakreditasi oleh KAN No. LP-1551-IDN
 Lab = Parameter uji lapangan yang dilakukan di Laboratorium

Bangko, 02 Maret 2023
 KEPALA UPTD LABORATORIUM LINGKUNGAN
 DINAS LINGKUNGAN HIDUP
 KABUPATEN MERANGIN



SUGIONO, S.Si
 NIP. 197608051998031003

Halaman 1 dari 1

Keterangan :

1. Hasil Uji diatas hanya berlaku untuk sampel yang diuji
2. Laporan hasil uji ini terdiri dari 1 halaman
3. Laporan hasil uji ini tidak boleh digandakan, kecuali secara Lengkap dan setjtn tertulis dari Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Merangin
4. Laboratorium melayati pengaduan/complain maksimum 5 (Lima) hari kerja terhitung dari tanggal penyerahan LHU
5. Rekam data teknis, diberikan kepada pelanggan, bila diminta oleh pelanggan secara tertulis
6. Jika sampel diantar atau dikirim oleh pelanggan, maka Laboratorium tidak bertanggung jawab terhadap pengambilan dan pengiriman sampel

Gambar 1. Hasil Pengukuran Parameter Air Pada Titik I (Hulu)



PEMERINTAH KABUPATEN MERANGIN
DINAS LINGKUNGAN HIDUP
UPTD LABORATORIUM LINGKUNGAN
Jln. Pemuda No. 02 Kel. Pematang Kandis Kec. Bangko, Telp. (0746) 322 381
E-mail: laboratoriumdihmerangin@gmail.com
BANGKO



LAPORAN HASIL UJI
No. 660/ 013 /LHU-LAB/2023

I. UMUM

1. Nomor/Kode Sampel : 013/AS/II.b/23
2. Nama Customer : Mahasiswa Universitas Jambi
3. Alamat : Universitas Jambi
4. Jenis Industri/Kegiatan Usaha : Institusi Pendidikan tinggi dan penelitian
5. Jenis Sampel : Air Sungai
6. Petugas Sampling : Refia Viza
7. Tanggal Sampling : 13 Februari 2023
8. Tanggal Penerimaan : 13 Februari 2023
9. Tanggal Pengujian : 13 Februari - 24 Februari 2023
1. Lokasi/titik Sampling : Tengah Sungai Batang Masumai

II. HASIL PENGUJIAN

NO	PARAMETER	SATUAN	BAKU MUTU *)	HASIL	SPESIFIKASI METODE
A.	KIMIA				
1.	Derajat Keasaman (pH) Lab **)	-	6-9	7,16	SNI 6989.11:2019
2.	Kebutuhan Oksigen Biokimiawi (BOD)	mg/L	3	9	SNI 6989.72:2009
3.	Oksigen Terlarut (DO) Lab	mg/L	4	9	SNI 06-6989.14-2004

Keterangan : *) = PPRI No. 22 Tahun 2021. Lampiran VI Tabel I (Kelas 2)
**) = Parameter terakreditasi oleh KAN No. LP-1551-IDN
Lab = Parameter uji lapangan yang dilakukan di Laboratorium

Bangko, 02 Maret 2023
KEPALA UPTD LABORATORIUM LINGKUNGAN
DINAS LINGKUNGAN HIDUP
KABUPATEN MERANGIN



SUGIANTO,
NIP. 19760805 199803 1 003

Halaman 1 dari 1

Keterangan :
1. Hasil Uji diatas hanya berlaku untuk sampel yang diuji
2. Laporan hasil uji ini terdiri dari 1 halaman
3. Laporan hasil uji ini tidak boleh digandakan, kecuali secara lengkap dan setjin tertulis dari Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Merangin
4. Laboratorium melayani pengaduan/complain maksimum 5 (lima) hari kerja terhitung dari tanggal penyerahan LHU
5. Laboratorium tidak bertanggung jawab terhadap pengambilan dan pengiraan sampel

Gambar 2. Hasil Pengukuran Parameter Air Pada Titik II (Tengah)



LAPORAN HASIL UJI
No. 660/OIA/LHU-LAB/2023

I. UMUM

1. Nomor/Kode Sampel : 014/AS/II.b/23
2. Nama Customer : Mahasiswa Universitas Jambi
3. Alamat : Universitas Jambi
4. Jenis Industri/Kegiatan Usaha : Institusi Pendidikan tinggi dan penelitian
5. Jenis Sampel : Air Sungai
6. Petugas Sampling : Refia Viza
7. Tanggal Sampling : 13 Februari 2023
8. Tanggal Penerimaan : 13 Februari 2023
9. Tanggal Pengujian : 13 Februari - 24 Februari 2023
1. Lokasi/titik Sampling : Hilir Sungai Batang Masumai

II. HASIL PENGUJIAN

NO	PARAMETER	SATUAN	BAKU MUTU ^{*)}	HASIL	SPESIFIKASI METODE
A.	KIMIA				
1.	Derajat Keasaman (pH) Lab ^{**)}	-	6-9	6,50	SNI 6989.11:2019
2.	Kebutuhan Oksigen Biokimiawi (BOD)	mg/L	3	11	SNI 6989.72:2009
3.	Oksigen Terlarut (DO) Lab	mg/L	4	6	SNI 06-6989.14-2004

Keterangan : ^{*)} = PPRI No. 22 Tahun 2021. Lampiran VI Tabel I (Kelas 2)
^{**)} = Parameter terakreditasi oleh KAN No. LP-1551-IDN
Lab = Parameter uji lapangan yang dilakukan di Laboratorium

Bangko, 02 Maret 2023
KEPALA UPTD LABORATORIUM LINGKUNGAN
DINAS LINGKUNGAN HIDUP
KABUPATEN MERANGIN



NIP. 197608051998031003

Keterangan :

1. Hasil Uji diatas hanya berlaku untuk sampel yang diuji
2. Laporan hasil uji ini terdiri dari 1 halaman
3. Laporan hasil uji ini tidak boleh digandakan, kecuali secara lengkap dan setjin tertulis dari Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Merangin
4. Laboratorium melayani pengaduan/complain maksimum 5 (lima) hari kerja terhitung dari tanggal penyerahan LHU
5. Rekam data teknis, diberikan kepada pelanggan, bila diminta oleh pelanggan secara tertulis
6. Jika sampel diantar atau dikirim oleh pelanggan, maka Laboratorium tidak bertanggung jawab terhadap pengambilan dan pengiriman sampel

Gambar 3. Hasil Pengukuran Parameter Air Pada Titik III (Hilir)