

**ANALISIS KUALITAS AIR SUNGAI DAN STRUKTUR
MAKROINVERTEBRATA DI SUNGAI TAMBAK REJO
KECAMATAN WARU, SIDOARJO**

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk melengkapi syarat mendapatkan gelar Sarjana Teknik (S.T) pada
program studi Teknik Lingkungan



Disusun Oleh

ADINDA ATTHIYATUR ROBBI

NIM. H05218002

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL
SURABAYA**

2022

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini,

NAMA : ADINDA ATTHIYATUR ROBBI

NIM : H05218002

PROGRAM STUDI : TEKNIK LINGKUNGAN

ANGKATAN : 2018

Dengan ini menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan tugas akhir saya yang berjudul "**Analisis Kualitas Air Sungai Dan Struktur Makroinvertebrata Di Sungai Tambak Rejo Kecamatan Waru, Sidoarjo**". Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan tindakan plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya

Surabaya, 15 Juli 2022

Yang Menyatakan



(Adinda Atthiyatur Robbi)

H05218002

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas Akhir Oleh,

NAMA : ADINDA ATTHIYATUR ROBBI

NIM : H05218002

JUDUL : ANALISIS KUALITAS AIR SUNGAI DAN STRUKTUR
MAKROINVERTEBRATA DI SUNGAI TAMBAK REJO
KECAMATAN WARU, SIDOARJO

Ini telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan.

Surabaya, 17 Juni 2022

Dosen Pembimbing I



Ida Munfarida, M.T.
NIP. 198411302015032001

Dosen Pembimbing II



Sarita Oktorina, M.Kes
NIP. 198710052014032003

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir Oleh,

Nama : Adinda Atthiyatur Robbi

NIM : H05218002

Judul : Analisis Kualitas Air Sungai dan Struktur Makroinvertebrata di Sungai Tambak Rejo, Kecamatan Waru, Sidoarjo.

Telah dipertahankan di depan tim penguji skripsi

Selasa, 5 Juli 2022

Mengesahkan,
Dewan Penguji,

Dosen Penguji I



Ida Munfarida, M.T
NIP. 198411302015032001.

Dosen Penguji II



Sarita Oktorina, M. Kes
NIP. 198710052014032003.

Dosen Penguji III



Dedy Supravogi, S.KM, M.KL
NIP. 198512112014031002.

Dosen Penguji IV



Rr Diah Nugraheni Setvowati, M.T
NIP. 198205012014032001.

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Jember Ampel Surabaya



Dr. A. Saepul Hamdani, M.Pd.
NIP. 1965073120000031002.



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
PERPUSTAKAAN

Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax.031-8413300
E-Mail: perpustakaan@uinsby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya a:

Nama : Adinda Atthiyatur Robbi
NIM : H09218002
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi / Teknik Lingkungan
E-mail address : h09218002@uinsby.ac.id

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :
 Skripsi Tesis Desertasi Lain-lain (.....)
yang berjudul :

Analisis Kualitas Air Sungai dan Struktur Makroinvertebrata
di Sungai Tambak Rejo Kecamatan Waru, Sidoarjo

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 15 Juli 2022

Penulis



(Adinda Atthiyatur Robbi)

ABSTRAK

Sungai merupakan perairan yang sering dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar, baik untuk pengairan sawah maupun air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari. Sungai Tambak Rejo ini berada di Kecamatan Waru, Sidoarjo. Dimana Kecamatan Waru merupakan kawasan industri terbesar di Kabupaten Sidoarjo, dan memiliki fungsi utama sebagai pemukiman dan industri. Selain itu, Kecamatan Waru juga memiliki kepadatan penduduk tertinggi di Kabupaten Sidoarjo. Dalam hal ini tentunya dapat menyebabkan penurunan pada kualitas air sungai. Metode penelitian ini merupakan metode deskriptif dengan menyajikan data dan menganalisis data yang didapat. Tujuan penelitian ini mengetahui kualitas air sungai Tambak Rejo berdasarkan parameter fisika-kimia dan makroinvertebrata. Parameter fisika-kimia yang diuji dalam penelitian ini adalah pH, TSS, suhu, BOD, COD, dan mangan. Adapun pemantauan makroinvertebrata dengan indeks biotilik dan indeks biotik (BMWP-ASPT). Hasil analisis fisik-kimia air yang tidak sesuai dengan baku mutu air kelas II yaitu, BOD pada ke tiga titik didapatkan nilai I A sebesar 10,5 mg/L, I B sebesar 11,36 mg/L BOD, II A sebesar 12,04 mg/L, II B sebesar 10,58 mg/L, III A sebesar 11,9 mg/L, III B 11,4 mg/L (BOD>3 mg/L). COD, pada tiga titik sungai, yang melebihi baku mutu titik III B sebesar 28,61 mg/L, titik I A 39,2 mg/L IB 37,95 mg/L, titik II A 58,67 mg/L titik II B 51,88 mg/L. TSS, yang melebihi baku mutu berada pada titik I B 55 mg/L. Analisis kualitas air Sungai Tambak Rejo Pada ndeks biotilik, Titik I dan Titik II dikategorikan sebagai Sungai Tercemar Sedang dengan skor rata-rata 2 – 2,25. Titik III dikategorikan sebagai Sungai Tercemar Ringan dengan skor rata-rata sebesar 2,75 – 3,25. Pada Indeks Biotik BMWP-ASPT, Titik I tergolong pada “Perairan Kotor Sedang” dengan ASPT sebesar 5. Titik II tergolong pada perairan Kotor Sedang dan Berat dengan ASPT sebesar 4,6 dan 5. Titik III tergolong pada Perairan Bersih dan Kotor Sedang dengan ASPT sebesar 5 dan 5,4.

Kata Kunci : Indeks Biotilik, Indeks Biotik, Kualitas Air Sungai, Makroinvertebrata.

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

ABSTRACT

Rivers are water body that are often used by the surrounding community, both for irrigating rice fields and utilizing daily needs. Tambak Rejo River is located in Waru District, Sidoarjo. Waru District is the largest industrial area in Sidoarjo Regency, and has the main function as residential and industrial area. In this case, Waru District also has the highest population density in Sidoarjo Regency. In this case, it may lead to a decrease in river water quality. This research method is a descriptive method by presenting the data and analyzing the data. The objective of this study was to determine the water quality of the Tambak Rejo river based on physico-chemical and macroinvertebrate parameters. The physico-chemical parameters tested in this study were pH, TSS, temperature, BOD, COD, and manganese. Therefore, monitoring of macroinvertebrates with biotilik index and biotic index (BMWP-ASPT). The results of the physico-chemical showed that there were parameters has exceeded the quality standards of class II; BOD at the three points were 10.5 mg/L at IA, 11.36 mg/L at IB, 12.04 mg/L at of II A, 10.58 mg/L II B, 11.9 mg/L at IIIA, 11.4 mg/L at III B (BOD>3 mg/L). Meanwhile, COD at three points has exceeded the quality standard : 28.61 mg/L at III A, 39.2 mg/L at I A, 37.95 mg/L at IB, 58.67 mg/L at II A, 51.88 mg/L at II B (COD>25 mg/L). At the same time, TSS has exceeded the quality standard at IB was 55 mg/L. Water quality analysis of Tambak Rejo River In the biotyl index, point I and point II are categorized as Medium Polluted River with an average score of 2 – 2.25. Point III is categorized as a Light Polluted River with an average score of 2.75 – 3.25. In the BMWP-ASPT Biotic Index, Point I belongs to “Medium Dirty Waters” with an ASPT of 5. Point II belongs to Medium and Heavy Dirty waters with an ASPT of 4.6 and 5. Point III belongs to Clean and Medium Dirty Waters with ASPT by 5 and 5.4.

Keywords : Biotic Index, Biotic Index.: River Water Quality, Macroinvertebrates.

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN MOTTO	vi
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	4
1.3 Rumusan Masalah.....	4
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Tujuan Penelitian	5
1.6 Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Air Sungai.....	7
2.1.1 Bagian – Bagian Sungai.....	7
2.1.2 Klasifikasi Sungai	8
2.1.3 Karakteristik Air Sungai.....	8
2.1.4 Kualitas Air Sungai.....	9
2.2 Pencemaran Air Sungai	10
2.2.1 Pengambilan Sampel Air Sungai	11
2.2.2 Baku Mutu Air Sungai.....	13
2.3 Biomonitoring Air Sungai	15
2.4 Makroinvertebrata Sebagai Bioindikator Dalam Kualitas Air Sungai ...	16
2.4.1 Makroinvertebrata.....	16
2.4.2 Struktur Komunitas Makroinvertebrata.....	21

2.5	Metode Indeks Biotilik	24
2.5.1	Prosedur Pemantauan Sungai dan Pengambilan Makroinvertebrata.....	25
2.5.2	Skoring Identifikasi Makroinvertebrata Biotilik.....	26
2.6	Metode Indeks Biotik	27
2.7	Integrasi Keilmuan.....	29
2.7.1	Kualitas Lingkungan Dalam Perspektif Islam (Al – Qur’an)...	30
2.7.2	Kualitas Lingkungan Dalam Perspektif Hadist	31
2.8	Penelitian Terdahulu	31
BAB III METODE PENELITIAN.....		35
3.1	Lokasi Penelitian	35
3.2	Waktu Penelitian.....	40
3.3	Jenis Penelitian	42
3.4	Kerangka Pikir Penelitian	43
3.5	Tahapan Penelitian	44
3.5.1	Tahapan Persiapan	44
3.5.2	Tahap Pelaksanaan.....	44
3.4.3	Tahap Pengolahan data dan Pengerjaan Laporan	45
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		46
4.1	Lokasi Pengambilan Sampel di Sungai Tambak Rejo, Kecamatan Waru, Sidoarjo.....	46
4.1.1	Pengambilan Sampel Air di Titik I Sungai Tambak Rejo, Sidoarjo.....	49
4.1.2	Pengambilan Sampel Air di Titik II Sungai Tambak Rejo, Sidoarjo.....	52
4.1.3	Pengambilan Sampel Air di Titik III Sungai Tambak Rejo, Sidoarjo.....	56
4.1.4	Pengambilan Sampel Makroinvertebrata di Titik I Sungai Tambak Rejo, Sidoarjo.	59
4.1.5	Pengambilan Sampel Makroinvertebrata di Titik II Sungai Tambak Rejo, Sidoarjo.	63
4.1.6	Pengambilan Sampel Makroinvertebrata di Titik III Sungai Tambak Rejo, Sidoarjo.	66
4.2	Kualitas Air Sungai Tambak Rejo, Kecamatan Waru, Kabupaten Sidoarjo Berdasarkan Baku Mutu.	69
4.2.1	Analisis Kualitas Air Sungai Tambak Rejo pada Titik I Berdasarkan Baku Mutu.	69

4.2.2	Analisis Kualitas Air Sungai Tambak Rejo pada Titik II Berdasarkan Baku Mutu	71
4.2.3	Analisis Kualitas Air Sungai Tambak Rejo pada Titik III Berdasarkan Parameter Fisika – Kimia	72
4.2.4	Kualitas Air Sungai Tambak Rejo Berdasarkan PP No. 22 Tahun 2021 Kelas II.....	75
4.3	Kualitas Air Sungai Tambak Rejo Berdasarkan Struktur Makroinvertebrata.....	82
4.3.1	Analisis Kualitas Air Sungai Tambak Rejo Berdasarkan Indeks Kelimpahan.....	82
4.3.2	Analisis Kualitas Air Sungai Tambak Rejo Berdasarkan Indeks Keanekaragaman.....	84
4.3.3	Analisa Kualitas Air Sungai Tambak Rejo Berdasarkan Indeks Keseragaman.....	88
4.3.4	Analisa Kualitas Air Sungai Tambak Rejo pada Titik III Berdasarkan Indeks Dominansi.	89
4.4	Kualitas Air Berdasarkan Indeks Biotilik.....	91
4.4.1	Analisis Kualitas Perairan Sungai Tambak Rejo Berdasarkan Indeks Biotilik pada Titik I.....	91
4.4.2	Analisis Kualitas Perairan Sungai Tambak Rejo Berdasarkan Indeks Biotilik pada Titik II	95
4.4.3	Analisis Kualitas Perairan Sungai Tambak Rejo Berdasarkan Indeks Biotilik pada Titik III	98
4.5	Kualitas Air Berdasarkan Indeks Biotik BMWP-ASPT.....	100
4.5.1	Analisis Kualitas Air Sungai Tambak Rejo Berdasarkan Indeks Biotik BMWP- ASPT pada Titik I	101
4.5.2	Analisis Kualitas Air Sungai Tambak Rejo Berdasarkan Indeks Biotik BMWP- ASPT pada Titik II.....	103
4.5.3	Analisis Kualitas Air Sungai Tambak Rejo Berdasarkan Indeks Biotik BMWP-ASPT	104
BAB V PENUTUP.....		107
5.1	Kesimpulan	107
5.2	Saran.....	107
DAFTAR PUSTAKA		108
LAMPIRAN.....		111

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Klasifikasi sungai menurut Heinrich dan Hergt, 1999.....	8
Tabel 2. 2 Status Mutu Air.....	14
Tabel 2. 3 Tolak Ukur Indeks Keanekaragaman.....	22
Tabel 2. 4 Tabel Keseragaman.....	23
Tabel 2. 5 Indeks Kelimpahan Jenis	23
Tabel 2. 6 Skoring Identifikasi Makroinvertebrata	26
Tabel 2. 7 Skor Indeks Biotilik	27
Tabel 2. 8 Skoring Makroinvertebrata BMWP-ASPT.....	28
Tabel 2. 9 Skoring Identifikasi BMWP-ASPT	29
Tabel 2. 10 Penelitian Terdahulu	32
Tabel 3. 1 Jadwal Penelitian.....	41
Tabel 4. 1 Jarak Antar Stasiun	46
Tabel 4. 2 Pengukuran Debit Air Sungai Titik I.....	51
Tabel 4. 3 Pengukuran Debit Titik II	55
Tabel 4. 4 Pengukuran Debit Sungai Titik III.....	59
Tabel 4. 5 Pemantauan Makroinvertebrata di Titik I.....	61
Tabel 4. 6 Pemantauan Makroinvertebrata di Titik II.....	64
Tabel 4. 7 Pemantauan Makroinvertebrata Titik Lokasi III.....	67
Tabel 4. 8 Analisa Fisik - Kimia Air Sungai Titik I Berdasarkan Baku Mutu Perairan	70
Tabel 4. 9 Analisa Parameter Fisika Kimia pada Titik II Sungai Tambak Rejo... 71	
Tabel 4. 10 Analisa Parameter Fisika Kimia pada Titik III Sungai Tambak Rejo	72
Tabel 4. 11 Air Sungai Tambak Rejo Berdasarkan Baku Mutu Air Sungai PP No 22 Tahun 2021 Kelas II.....	74
Tabel 4. 12 Indeks Kelimpahan Makroinvertebrata Pada Titik I.....	83
Tabel 4. 13 Indeks Kelimpahan Makroinvertebrata Pada Titik II	83
Tabel 4. 14 Indeks Kelimpahan Makroinvertebrata Pada Titik III	84
Tabel 4. 15 Indeks Keanekaragaman Titik I	85
Tabel 4. 16 Indeks Keanekaragaman Makroinvertebrata Pada Titik II	86
Tabel 4. 17 Indeks Keanekaragaman Makroinvertebrata Pada Titik III.....	87
Tabel 4. 18 Indeks Keseragaman Makroinvertebrata Pada Titik I.....	88
Tabel 4. 19 Indeks Keseragaman Makroinvertebrata Pada Titik II	88
Tabel 4. 20 Indeks Keseragaman Makroinvertebrata Pada Titik III.....	89
Tabel 4. 21 Indeks Dominansi Makroinvertebrata Pada Titik I.....	90
Tabel 4. 22 Indeks Dominansi Makroinvertebrata Pada Titik II	90
Tabel 4. 23 Indeks Dominansi Makroinvertebrata Pada Titik III	91
Tabel 4. 24 Indeks Biotilik Titik I A Sungai Tambak Rejo	92
Tabel 4. 25 Indeks Biotilik Titik I B Sungai Tambak Rejo	93
Tabel 4. 26 Skor Biotilik Penilaian Kualitas Air Titik I A	94
Tabel 4. 27 Skor Biotilik Penilaian Kualitas Air Titik I B	94
Tabel 4. 28 Indeks Biotilik Titik II A Sungai Tambak Rejo.....	95

Tabel 4. 29 Indeks Biotilik Titik II B Sungai Tambak Rejo.....	96
Tabel 4. 30 Skor Biotilik Penilaian Kualitas Air Titik II A.....	97
Tabel 4. 31 Skor Biotilik Penilaian Kualitas Air Titik II B.....	97
Tabel 4. 32 Indeks Biotilik Titik III A Sungai Tambak Rejo.....	98
Tabel 4. 33 Indeks Biotilik Titik III B Sungai Tambak Rejo.....	99
Tabel 4. 34 Skor Biotilik Penilaian Kualitas Air Titik III A.....	99
Tabel 4. 35 Skor Biotilik Penilaian Kualitas Air Titik III B.....	100
Tabel 4. 36 Indeks Biotik BMWP-ASPT Titik I A Sungai Tambak Rejo.....	102
Tabel 4. 37 Indeks Biotik BMWP-ASPT Titik I B Sungai Tambak Rejo.....	102
Tabel 4. 38 Indeks Biotik BMWP-ASPT Titik II A Sungai Tambak Rejo.....	104
Tabel 4. 39 Indeks Biotik BMWP-ASPT Titik II B Sungai Tambak Rejo.....	104
Tabel 4. 40 Indeks Biotik BMWP-ASPT Titik III A Sungai Tambak Rejo.....	105
Tabel 4. 41 Indeks Biotik BMWP-ASPT Titik III B Sungai Tambak Rejo.....	106



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Contoh Pengambilan Sampel Air Sungai.....	12
Gambar 2. 2 Water Sampler.....	13
Gambar 2. 3 Botol Air.....	13
Gambar 2. 4 Ember Plastik Dengan Tangkai / Tali	13
Gambar 2. 5 Chronomidae	18
Gambar 2. 6 Beatidae	18
Gambar 2. 7 Attyidae	19
Gambar 2. 8 Polycentropodidae	20
Gambar 2. 9 Parathel Pusidae	20
Gambar 2. 10 Coenagrionidae	21
Gambar 2. 11 Penentuan Titik Lokasi Sampling	25
Gambar 3. 1 Peta Administrasi Kabupaten Sidoarjo	36
Gambar 3. 2 Peta Administrasi Kecamatan Waru	37
Gambar 3. 3 Peta Arah Aliran Sungai.....	38
Gambar 3. 4 Peta Situasi Titik Sampling.....	39
Gambar 3. 5 Kerangka Pikir Penelitian.....	43
Gambar 3. 5 Kerangka Pikir Penelitian.....	43
Gambar 4. 1 Peta Jarak Antar Titik.....	47
Gambar 4. 2 Peta Jarak Antar Titik.....	48
Gambar 4. 3 Titik I Lokasi Pengambilan Sampel Air Sungai.....	49
Gambar 4. 4 Current Meter	49
Gambar 4. 5 Pengukuran menggunakan meteran	50
Gambar 4. 6 Lokasi Pengambilan Sampel Titik II.....	53
Gambar 4. 7 Current Meter	53
Gambar 4. 8 Pengukuran Menggunakan Meteran.....	53
Gambar 4. 9 Lokasi Titik III	56
Gambar 4. 10 Current Meter	57
Gambar 4. 11 Mengukur Kedalaman Air Sungai.....	57
Gambar 4. 12 Lokasi Titik I.....	60
Gambar 4. 13 Perlengkapan Pemantauan Makroinvertebrata.....	60
Gambar 4. 14 Pemantauan Makroinvertebrata.....	61
Gambar 4. 15 Lokasi Titik II	63
Gambar 4. 16 Pelaksanaan Pemantauan Makroinvertebrata.....	64
Gambar 4. 17 Gambaran Sungai pada Titik III.....	66
Gambar 4. 18 Pelaksanaan Pemantauan Makroinvertebrata.....	67
Gambar 4. 32 Grafik Hasil Parameter PH Sungai Tambak Rejo.....	75
Gambar 4. 33 Grafik Hasil BOD Sungai Tambak Rejo.....	76
Gambar 4. 34 Grafik Hasil Parameter COD Sungai Tambak Rejo.....	77
Gambar 4. 35 Grafik Hasil Parameter suhu Sungai Tambak Rejo	78
Gambar 4. 36 Grafik Hasil Parameter TSS Sungai Tambak Rejo	79
Gambar 4. 37 Grafik Hasil Parameter Kadar Mn Sungai Tambak Rejo.....	80

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran I- 1 Dokumentasi Penelitian	112
--	-----



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* telah menciptakan air sebagai bagian dari kehidupan manusia yang dapat dimanfaatkan dan dijaga kelestariannya, air merupakan sarana utama untuk kesehatan manusia, karena air merupakan salah satu media yang berguna untuk mencegah dehidrasi pada tubuh dan menggelontorkan penyakit, salah satunya adalah penyakit pencernaan, penyakit akibat saluran pencernaan dapat diobati dengan melakukan penggunaan air yang memenuhi syarat kualitas air bersih, air bersih dapat berasal dari air sumur, air pipa, air telaga, air sungai dan mata air (Puspitasari & Mukono, 2013).

Sumber air adalah wadah air yang terdapat di atas dan di bawah permukaan tanah, termasuk dalam pengertian ini adalah air sungai, mata air, rawa, danau dan waduk, dalam bahasa arab, sungai berasal dari kata نهر, terdapat 113 ayat yang mengandung kata “*Nahr*” salah satunya dalam QS al-kahfi ayat 33 disebutkan sebagai berikut :

كُنَّا الْجَنَّةَيْنِ أَنْتَ أَكْلَاهَا وَلَمْ تَنْظِلْ مِنْهُ شَيْئًا^١ وَفَجَّرْنَا خِلَالَهُمَا نَهْرًا

Yang artinya :

“Kedua buah kebun itu menghasilkan buahnya, dan kebun itu tiada kurang buahnya sedikitpun, dan kami alirkan sungai di celah-celah kedua kebun itu”.

Maka dengan adanya ayat tersebut sangat jelas bahwa makhluk hidup membutuhkan air sebagai komponen penting dalam kehidupan, dan sungai merupakan aliran air dari aktivitas manusia di sekitarnya seperti aliran air buangan dari kegiatan mandi, memasak, dan lain lain, hasil buangan yang dialirkan ke sungai menimbulkan terjadinya perubahan faktor, baik faktor kimia, fisika dan struktur makroinvertebrata (Hellen dkk., 2020). Kondisi kualitas suatu perairan sangat penting dalam mendukung keberlangsungan hidup suatu ekosistem (Putri & Yuliza, 2021).

Dimana hasil kajian mengenai kondisi kualitas air juga merupakan informasi penting bagi peneliti untuk dapat memantau dan mengelola ekosistem perairan menjadi lebih baik (Manik & Handoco, 2021). Menurut Permen LHK, 27 tahun (2021) Indeks kualitas air yang disingkat menjadi IKA adalah suatu nilai yang menggambarkan kondisi kualitas air yang merupakan nilai komposit parameter kualitas air dalam suatu wilayah pada waktu tertentu.

Kualitas air sungai juga bisa diuji dengan melakukan biomonitoring untuk menganalisis makroinvertebrata dan parameter fisik-kimia, biomonitoring kualitas air sungai secara fisika-kimia dapat dilakukan dengan mengukur nilai Suhu, Ph, BOD, COD, TSS, dan Mn, kualitas air sungai juga dapat diukur dengan menggunakan struktur makroinvertebrata (organisme yang tidak bertulang belakang) sebagai indikator air, dimana makroinvertebrata akan ditentukan dengan melakukan metode biotik dan biotilik dan dapat dilakukan pemeriksaan di laboratorium, pada penelitiannya Bouchard juga mengatakan bahwa makroinvertebrata adalah bioindikator paling ideal untuk menilai kualitas perairan (Rustiasih dkk., 2018).

Makroinvertebrata bisa dijadikan indikator karena sangat peka terhadap perubahan kualitas air, sehingga struktur makroinvertebrata yang berada di dalam air sungai dapat dianalisa untuk memberikan gambaran tentang kondisi perairan tersebut (Rustiasih dkk., 2018). Makroinvertebrata dapat mudah ditemukan karena biasanya hidup menempel pada lumpur di sungai dan keberadaan makroinvertebrata sangat mempengaruhi keseimbangan air sungai karena dalam rantai makanan yang terjadi makroinvertebrata merupakan salah satu konsumen yang disebut sebagai organisme tak bertulang belakang, dimana dapat ditemukan karena mendiami dasar laut dan sungai. Selain itu, organisme tersebut dapat menggambarkan kondisi pencemaran air sehingga dapat digunakan sebagai indikator kualitas perairan (Kalih dkk., 2018).

Kemajuan Kabupaten Sidoarjo dibidang industri sangat pesat, banyak industri besar berdiri di Kabupaten Sidoarjo dan menjadi bagian dari peningkatan ekonomi di Kabupaten Sidoarjo, berdasarkan Rencana Tata Ruang dan Wilayah (RTRW) Kabupaten Sidoarjo tahun 2009-2029 kawasan industri

terbagi menjadi dua yaitu kawasan industri di Kecamatan Waru dan kawasan industri di Kecamatan Jabon, kawasan industri di Kecamatan Waru merupakan kawasan industri terbesar di Kabupaten Sidoarjo, karena sebagian industri besar berada di Kecamatan Waru, Kecamatan Waru juga termasuk dalam wilayah Sub Satuan Wilayah Pengembangan I (SSWP I) dengan pusat di Kawasan Waru dan fungsi utama permukiman, industri dan perdagangan, dikembangkan fasilitas transportasi, mall, bandar udara dan fasilitas pendukung lainnya untuk skala lokal, regional dan internasional, adanya perkembangan industri mengakibatkan dampak kegiatan baik positif maupun negatif, pencemaran lingkungan akibat dari kegiatan industri di sekitarnya adalah salah satu dampak negatif, dan pencemaran lingkungan yang terjadi salah satunya adalah tercemarnya perairan sungai akibat kegiatan tersebut.

Pertumbuhan manusia semakin meningkat seiring dengan perkembangan zaman, khususnya penduduk Kecamatan Waru Kabupaten Sidoarjo. Menurut data BPS Tahun 2021 jumlah penduduk pada kecamatan Waru sebanyak 22,050 jiwa dengan luas wilayah Kecamatan Waru sebesar 303.200 Ha. dan Jumlah Penduduk yang ada pada desa tambak sumur sebanyak 9.264 jiwa dengan luas wilayah sebesar 15.470 Ha, jumlah penduduk yang ada pada desa Tambak Rejo sebanyak 19.514 dengan luas wilayah sebesar 39.316 Ha, dan jumlah penduduk desa Tambak Sawah sebanyak 11.078 dengan luas wilayah sebesar 21.829 Ha, maka bisa disimpulkan dari penjelasan diatas bahwa Kecamatan Waru merupakan wilayah pusat dengan kepadatan penduduk yang tinggi dan keberadaan industri yang pesat akan berpotensi menyebabkan turunnya kualitas air sungai.

Penelitian ini sangat penting untuk dilakukan, seperti yang dijelaskan sebelumnya, bahwa Kecamatan Waru memiliki industri terbesar di Kabupaten Sidoarjo yang mana kawasan industri berpotensi menimbulkan limbah logam berat maupun non logam berat. Sehingga penelitian ini akan bertujuan untuk memantau kualitas air sungai Tambak Rejo dengan menggunakan makroinvertebrata sebagai bioindikator pencemaran sungai dan menganalisis fisika-kimia dengan uji parameter BOD, COD, pH, Suhu, TSS dan Kadar Mangan (Mn).

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka dapat diidentifikasi masalah dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Analisis kualitas air sungai Tambak Rejo, Kecamatan Waru, Sidoarjo berdasarkan parameter fisika - kimia
2. Analisis kualitas air sungai Tambak Rejo, Kecamatan Waru, Sidoarjo berdasarkan struktur makroinvertebrata.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah diatas, maka didapatkan rumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Bagaimana kualitas air sungai Tambak Rejo, Kecamatan Waru, Sidoarjo berdasarkan parameter fisika – kimia?
2. Bagaimana kualitas air sungai Tambak Rejo, Kecamatan Waru, Sidoarjo berdasarkan struktur makroinvertebrata?

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah :

1. Lokasi penelitian adalah Sungai Tambak Rejo yang mengalir 3 Kelurahan di Kecamatan waru yaitu Kelurahan Tambak Sumur, Tambak Rejo dan Tambak Sawah.
2. Pengambilan sampel air sungai dilakukan pada 3 titik (hulu, tengah dan hilir) di sungai Tambak Rejo, Kecamatan Waru, Sidoarjo.
3. Pengambilan dilakukan dengan teknik *jabbing* dengan melihat kondisi keselamatan, dengan memerhatikan resiko dan sumber bahaya pada lokasi pengambilan sampel.
4. Paramater yang akan diukur meliputi TSS (*Total Suspended Solid*), Suhu, pH, BOD (*Biochemical Oxygen Demands*), COD (*Chemical Oxygen Demand*) dan Kadar Mangan (Mn).
5. Perhitungan struktur makroinvertebrata menggunakan metode indeks biotilik dan indeks biotik, BMWP-ASPT.

1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah :

1. Mengetahui kualitas air sungai Tambak Rejo, Kecamatan Waru, Sidoarjo berdasarkan paramater fisika-kimia.
2. Mengetahui kualitas air sungai Tambak Rejo, Kecamatan Waru, Sidoarjo berdasarkan struktur makroinvertebrata.

1.6 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang didapatkan dari penelitian ini adalah :

1. Manfaat bagi akademisi :
 - a. Dapat memberikan pemahaman tentang pentingnya kualitas air sungai Tambak Rejo, Kecamatan Waru, Sidoarjo.
 - b. Dapat menjadi sarana penelitian tentang makroinvertebrata sebagai bioindikator pencemaran air sungai Tambak Rejo, Kecamatan Waru, Sidoarjo.
2. Manfaat bagi Instansi terkait :
 - a. Dapat menjadi referensi untuk penelitian selanjutnya yang berhubungan dengan penentuan kualitas air sungai Tambak Rejo, Kecamatan Waru, Sidoarjo.
 - b. Dapat memberikan informasi tambahan terkait kualitas air sungai Tambak Rejo, Kecamatan Waru, Sidoarjo.
3. Manfaat bagi masyarakat :
 - a. Dapat memberikan informasi terkait kualitas air sungai yang digunakan, khususnya warga desa Tambak Sumur, Tambak Sawah, Tambak Rejo, Kecamatan Waru, Sidoarjo.
 - b. Dapat menyadarkan masyarakat untuk menjaga kelestarian dan kebersihan air sungai Tambak Rejo, Kecamatan Waru, Sidoarjo.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan ini pada penelitian ini akan dijabarkan sebagai berikut :

1. BAB I PENDAHULUAN :

Bab ini berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan tugas akhir.

2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas materi tentang kegiatan biomonitoring kualitas air sungai, pemantauan makroinvertebrata dan pengukuran parameter fisik-kimia air sungai.

3. BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tentang pelaksanaan penelitian yang terdiri dari waktu, lokasi, dan tahapan penelitian. Pada bab ini dipaparkan juga metode yang digunakan dalam perolehan dan pengolahan data penelitian.

4. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan analisis data penelitian yang telah diperoleh dengan menerapkan metode-metode pengolahan data sebagaimana uraian pada bab metode penelitian.

5. BAB V PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dan saran yang disusun berdasarkan hasil analisis pada bab sebelumnya dengan mengambil garis besar penelitian (dari tujuan penelitian)



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Air Sungai

Dalam Peraturan Pemerintah Nomor 38 Tahun 2011 tentang sungai diuraikan bahwa : “ sungai adalah alur atau wadah air alami dan/atau buatan berupa jaringan pengaliran air, mulai dari hulu sampai hilir, dengan dibatasi kanan kiri oleh garis sempadan”, air yang mengalir dari daratan menuju badan air disebut limpasan permukaan dan air yang mengalir di sungai menuju laut disebut air sungai, sungai sebagai tempat hidup organisme merupakan ekosistem lotik (perairan mengalir), air sungai mempunyai peran penting dalam kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya, sungai menjadi habitat beberapa makhluk hidup yang membentuk suatu ekosistem, air sungai digunakan sebagai bahan baku air minum, transportasi, irigasi, perikanan, peternakan, pembangkit listrik dan pemenuhan kebutuhan lainnya, kualitas air sungai akan mempengaruhi keberadaan makhluk hidup yang ada dalam ekosistem tersebut.

2.1.1 Bagian – Bagian Sungai

Bagian – bagian sungai meliputi alur sungai, dasar sungai, bantaran sungai dan tebing sungai (Sukmawati dkk., 2021). Bagian – bagian tersebut akan diperinci lagi seperti berikut ini :

1. Alur sungai adalah aliran yang mengalir berasal dari sumber dan limpasan, aliran *sub surface run-off*, mata air dan air bawah tanah. Alur sungai dibatasi oleh batuan keras yang berfungsi sebagai tanggul sungai.
2. Dasar sungai adalah bagian dasar sungai yang permukaannya tidak selalu rata dengan tipe substrat penyusun yang bervariasi. Ketebalan dasar sungai dipengaruhi oleh bebatuan dan substrat yang ada di dalam sungai.

3. Bantaran sungai adalah bagan aliran sungai terletak antara tanggul sungai dan badan sungai, mulai dari sungai yang datar sampai tebing sungai yang tinggi.
4. Tebing sungai adalah bagian yang membentuk lereng atau sudut lereng di sungai.

2.1.2 Klasifikasi Sungai

Sungai dapat diklasifikasikan menjadi beberapa jenis berdasarkan kelasnya, untuk menguji kualitas sungai perlu menilai terlebih dahulu kualitas suatu sungai, dengan menggunakan beberapa metode seperti perhitungan indeks biotilik, indeks biotik, dan analisa kualitas sungai berdasarkan makroinvertebrata yang ada pada sungai, hasil analisa dengan metode tersebut berupa skor yang akan digunakan untuk mengklasifikasikan sungai termasuk kategori tercemar berat, tercemar sedang, tercemar ringan atau sungai dengan kualitas baik, menurut Kern (1994) klasifikasi sungai sebagai berikut : sungai kecil 1-10 meter, sungai menengah 10-80 meter, sungai besar lebih dari 80 meter. Adapun ilmuwan lain yaitu Heinrich dan Hergt (1999) berpendapat bahwa, untuk pengklasifikasian sungai dapat digunakan kriteria sungai yang akan dilampirkan pada tabel sebagai berikut (Sakinah & Agoes, 2019). :

Tabel 2. 1Klasifikasi sungai menurut Heinrich dan Hergt, 1999

Nama	Luas DAS (km ²)	Lebar Sungai (m)
Sungai Besar	>300	>10
Sungai Kecil	50 - 300	3-10
Kali Kecil	2– 50	1-3
Mata Air, Kali Kecil	0-2	0-1

Sumber : (Sakinah & Agoes, 2019).

2.1.3 Karakteristik Air Sungai

Menurut Prihatini (2019) berdasarkan fisiknya karakteristik air sungai dapat di bedakan menjadi 3 bagian, yaitu hulu sungai, tengah sungai, dan hilir sungai. Adapun karakteristik air sungai ialah :

1. Karakteristik hulu sungai
 - a. Aliran awal sungai biasanya berasal dari mata air
 - b. air memiliki debit yang relatif kecil dan dipengaruhi oleh hujan.
 - c. Tepi sungai memiliki batuan
2. Karakteristik tengah sungai
 - a. Merupakan bagian tengah sungai setelah hulu sungai
 - b. Memiliki aliran yang tidak terlalu deras
 - c. Kualitas air tergantung pada sumber pencemar.
3. Karakteristik hilir sungai
 - a. Aliran akhir menuju muara sungai
 - b. Air mengalir secara permanen
 - c. adanya endapan pada alur sungai
 - d. Badan sungai melebar.

2.1.4 Kualitas Air Sungai

Kualitas air sungai adalah sifat air dan kandungan makhluk hidup di dalam air (Wardiani, 2018). Aktivitas manusia di sekitar sungai dapat menyebabkan perubahan pada kualitas air sungai, aktivitas negatif yang dilakukan seperti membuang sampah di sungai dapat menurunkan kualitas air sungai secara signifikan, kualitas air dapat ditentukan berdasarkan parameter fisika –kimia air, beberapa parameter fisika-kimia tersebut antara lain TSS (*Total Suspended Solid*), Suhu, pH, BOD (*Biochemical Oxygen Demands*), COD (*Chemical Oxygen Demand*) dan Mangan (Mn).

Biomonitoring kualitas air sungai dapat dilakukan secara spesifik dengan melihat fisik sungai yaitu kedalaman, kecepatan arus, lebar sungai, kekeruhan, kecerahan, residu terlarut dan residu yang tersuspensi, pengukuran kualitas air Sungai Tambak Rejo pada penilitan ini dilakukan dengan menggunakan struktur makroinvertebrata sebagai bioindikator, sehingga apabila pencemaran terjadi, otomatis struktur makroinvertebrata akan memberikan respon, komponen fisika-kimia juga saling berhubungan satu sama lain dalam menyusun komponen

pada air sungai, jika komponen penyusun seimbang maka ekosistem dari sungai tersebut akan seimbang pula, tingkat pada kualitas air yang dibutuhkan bagi setiap kegiatan memiliki baku mutu yang berbeda, maka dari itu, air sungai harus dilakukan pengujian untuk mengetahui berapa kualitas dengan peruntukannya, kualitas air tersebut yang didasarkan pada baku mutu kelas sungai sesuai dengan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang penyelenggaraan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup.

2.2 Pencemaran Air Sungai

Menurut Permen LHK No. 27 Tahun 2021 indeks pencemaran adalah angka yang digunakan untuk menentukan tingkat pencemaran relatif terhadap parameter kualitas air yang diizinkan. Pencemaran air adalah suatu peristiwa masuknya zat ke dalam air yang mengakibatkan kualitas (mutu) air tersebut menurun sehingga mengganggu atau membahayakan kesehatan masyarakat, pencemaran air merupakan salah satu permasalahan yang penting untuk diperhatikan, karena air penting dan sangat dibutuhkan dalam kehidupan sehari-hari, air yang tercemar ini yang akan menyebabkan terganggunya sistem keseimbangan lingkungan, karena terdapat makhluk hidup yang membutuhkan air yang memiliki kualitas air yang baik, jika pencemaran air menyebabkan penurunan pada kualitas air hingga pada tingkat tertentu sehingga melebihi baku mutu dan tidak dapat digunakan dalam aktivitas tertentu (Merliyana, 2017).

Adapun pencemaran air terjadi karena beberapa sumber pencemar diantaranya :

1. Limbah Domestik

Limbah cair domestik merupakan limbah yang dihasilkan oleh aktivitas rumah tangga, perdagangan, institusi, maupun tempat wisata. Limbah cair domestik biasanya berasal dari pembuangan air seperti, toilet, wc dan tempat cuci tangan.

2. Limbah Industri

Jenis limbah yang dihasilkan oleh pabrik sesuai pada jenis pabrik itu sendiri, sehingga pencemaran air yang terjadi setelah adanya proses produksi sehingga dibutuhkan sistem pengelolaan limbah cair yang digunakan dalam industri tersebut. Secara umum limbah industri dapat diidentifikasi sesuai berikut ini :

a. Fisik

Lumpur atau setelah proses produksi yang ikut tercampur dalam air buangan.

b. Kimia

Bahan pencemar berbahaya seperti, Mangan (Mn), Merkuri (Hg), Cadmium (Cd), Timah hitam (Pb), Pestisida dan jenis logam berat lainnya.

c. Mikrobiologi

Beberapa jenis virus, bakteri, jamur, parasit dan lain-lain yang ditemukan.

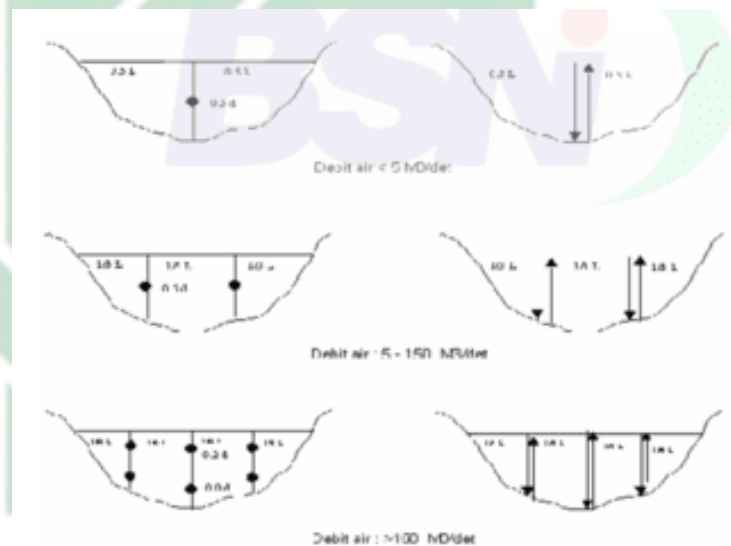
3. Limbah pertanian yang berasal dari aktivitas pertanian yang menggunakan pupuk kimia, pestisida, herbisida dan fungisida secara berlebihan.

Dalam menentukan indeks pencemaran air sungai ialah dengan melakukan pengukuran kualitas air sungai, pengukuran kualitas air sungai dilakukan dengan mengambil sampel air sungai terlebih dahulu, Salah satu komponen penting dalam pengambilan sampel air sungai adalah menganalisis debit air sungai menggunakan metode *current meter*.

2.2.1 Pengambilan Sampel Air Sungai

Pengambilan sampel air sungai didasari oleh standard yang berlaku, Standar Nasional Indonesia (SNI) 6989.57.2008 menjelaskan bahwa pengambilan sampel air sungai ditentukan berdasarkan debit yang telah diatur sebagai berikut :

1. Sungai dengan debit $< 5 \text{ m}^3/\text{detik}$ diambil pada satu titik di tengah sungai pada kedalaman 0,5 kali kedalaman dari permukaan.
2. Sungai dengan debit $5 \text{ m}^3/\text{detik} - 150 \text{ m}^3/\text{detik}$ diambil pada dua titik masing-masing dengan jarak $1/3$ dan $2/3$ lebar sungai pada kedalaman 0,5 dari permukaan.
3. Sungai dengan debit $> 150 \text{ m}^3/\text{detik}$, diambil pada enam titik dengan masing-masing jarak $1/4$, $1/2$ dan $3/4$ lebar sungai dengan kedalaman 0,2 dan 0,8 kali kedalaman dari permukaan. (lihat gambar berikut)

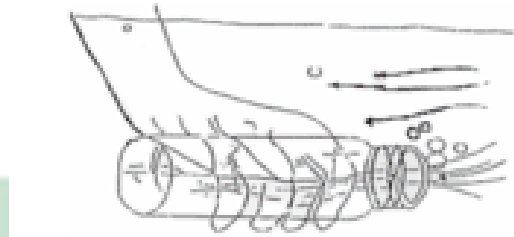


Gambar 2. 1 Contoh Pengambilan Sampel Air Sungai
 Sumber Gambar : SNI 6989.57.2008

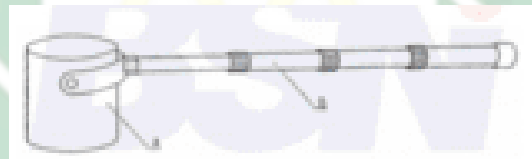
Alat untuk pengambilan sampel air pun dapat menggunakan alat pengambil sederhana yang dapat berupa ember plastik yang dilengkapi dengan tali atau gayung plastik yang bertangkai panjang. Atau dapat juga dengan menggunakan botol air secara langsung. Alat lain yang digunakan bisa berupa *Water Sampler*, adapun contoh dari alat pengambilan sampel air bisa dilihat pada gambar berikut ini :



Gambar 2. 2 Water Sampler
Sumber Gambar : SNI 6989.57.2008



Gambar 2. 3 Botol Air
Sumber Gambar : SNI 6989.57.2008



Gambar 2. 4 Ember Plastik Dengan Tangkai / Tali
Sumber Gambar : SNI 6989.57.2008

2.2.2 Baku Mutu Air Sungai

Baku mutu air adalah batas ukuran yang ada atau sumber pencemar yang keberadaannya dapat di toleransi dalam air, sedangkan kelas air adalah kualitas air yang memiliki nilai dan peringkat yang layak untuk dimanfaatkan, kriteria mutu air dan klasifikasi air mengacu pada Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang penyelenggaraan perlindungan pengelolaan lingkungan hidup ke dalam 4 kelas, yaitu :

1. Kelas satu, dimana air digunakan untuk bahan baku air minum dan atau manfaat lain dimana mutu air memiliki persyaratan dalam kegunaannya.
2. Kelas dua, dimana air digunakan sebagai sarana / prasarana untuk menunjang rekreasi dimana kegiatan tersebut menggunakan air, pembudidayaan ikan air tawar, dan atau manfaat lain yang

menetapkan mutu air memiliki persyaratan yang sama dalam kegunaannya.

3. Kelas tiga, dimana air digunakan untuk irigasi, pembudidayaan ikan, dan atau manfaat lain yang menetapkan mutu air memiliki persyaratan yang sama dalam kegunaannya.
4. Kelas empat, dimana air dapat digunakan sebagai irigasi untuk mengalirkan air ke tanaman dan atau manfaat lain yang menetapkan mutu air yang memiliki persyaratan sama dalam kegunaannya.

Adapun baku mutu kelas sungai sesuai dengan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang penyelenggaraan perlindungan pengelolaan lingkungan hidup dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 2. 2 Status Mutu Air

No	Parameter	Unit	Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3	Kelas 4	Keterangan
1	Derajat Keasaman (pH)		6-9	6-9	6-9	6-9	Tidak berlaku untuk air gambut (berdasarkan kondisi alaminya)
2	Kebutuhan Oksigen Biokimiawi	mg/L	2	3	6	12	
3	Kebutuhan Oksigen Kimiawi (COD)	mg/L	10	25	40	80	
4	Temperatur	°C	Dev3	Dev 3	Dev 3	Dev 3	Perbedaan dengan suhu udara di atas permukaan air
5	Padatan Tersuspensi Total (TSS)	mg/L	40	50	100	400	
6	Mangan (Mn) Terlarut	mg/L	0,1	-	-	-	

Sumber : (PP, no 22, 2021)

2.3 Biomonitoring Air Sungai

Secara umum istilah “Biomonitoring” digunakan sebagai cara/alat penting dan metode baru untuk penilaian dampak pencemaran pada lingkungan, biomonitoring juga sangat bisa digunakan untuk mengetahui pencemaran pada kualitas air, kegiatan monitoring dapat dipakai untuk mengevaluasi resiko penurunan kualitas air sungai yang disebabkan oleh polutan / bahan pencemar yang sungai.

Biomonitoring adalah metode pemantauan kualitas air dengan menggunakan makroinvertebrata sebagai bioindikator, teknik biomonitoring adalah cabang ilmu dari ilmu biologi yang membahas tentang ekosistem akuatik, yaitu untuk melakukan evaluasi terhadap perubahan kualitas air sungai, selain itu, istilah biomonitoring dapat digunakan sebagai pemantauan organisme pada air sungai karena organisme akan memberikan respon terhadap kandungan pada air sungai, dengan menguji dan menganalisis kualitas air dari perairan, dengan demikian hal tersebut dapat digunakan untuk memantau perubahan yang ada pada kesehatan ekosistem air sungai (Hellen dkk., 2020).

Menurut Widiyanto & Sulistayarsi (2016) analisis data yang dibutuhkan dalam memonitoring kualitas air sungai yaitu menggunakan berbagai macam metode, salah satunya adalah dengan menggunakan metode biotik dan biotilik, metode biotilik adalah pemantauan lingkungan menggunakan indikator biota seperti makroinvertebrata, dan dapat menggunakan metode lainnya seperti metode biotik, perhitungan nilai indeks biotik makroinvertebrata dengan *modified family biotic index* (FBI) banyak digunakan sebagai identifikasi tingkat pencemaran di perairan sungai, dimana setiap family makroinvertebrata memiliki skor tertentu yang menunjukkan tingkat toleransi terhadap pencemaran. Dalam operasionalnya ada beberapa tingkatan, pengertian biomonitoring biasanya mengacu pada data hasil pengujian biologi yang terdapat pada perairan di lapangan maupun uji laboratorium, sehingga biomonitoring merupakan minat komunitas pakar dalam mengembangkan teknik operasional dalam pemantauan kualitas air yang akan ditinjau, yang bisa disebut sebagai :

1. *Bioassessments study*, melaksanakan sampling kehidupan perairan termasuk fungsi dan struktur komunitas makroinvertebrata.
2. *Toxicity bioassays*, melakukan kegiatan pengujian di laboratorium dan mengklasifikasi family makroinvertebrata.

2.4 Makroinvertebrata Sebagai Bioindikator Dalam Kualitas Air Sungai

Menurut Widiyanto & Sulistayarsi (2016) bioindikator adalah kumpulan organisme yang keberadaan dan perlakuan di alam menjadi indikasi sebuah kondisi lingkungan, apabila terjadi pencemaran yang mengakibatkan perubahan kualitas maka akan berpengaruh terhadap keberadaan dan perlakuan organisme tersebut, sehingga digunakan sebagai penunjuk kualitas lingkungan atau yang disebut juga dengan indikator, jenis ideal yang dapat digunakan sebagai bioindikator adalah organisme akuatik yang tidak memiliki tulang belakang (makroinvertebrata).

Menurut Husamah Abdulkadir dalam bukunya bioindikator, Indikator biologi ini secara umum dapat digunakan, beberapa organisme yang dijadikan bioindikator dalam biomonitoring antara lain : makroinvertebrata, perifiton, makroozobentos, indikator mikroorganisme dalam perairan merupakan pengaruh utama dalam kesehatan ekosistem akuatik yang dapat menjadi faktor lain dari kualitas air, termasuk dalam degradasi habitat, dan adanya perubahan pada pola aliran secara alami.

2.4.1 Makroinvertebrata

Konsumen dalam rantai makanan salah satunya merupakan makroinvertebrata, sehingga keberadaan makroinvertebrata sangat memengaruhi ekosistem akuatik untuk menjaga keseimbangan di dalamnya, organisme tak bertulang belakang yang bisa juga disebut sebagai makroinvertebrata mendiami dasar laut dan sungai, dengan hidup menempel pada air dan lumpur, peruntukkan makroinvertebrata sebagai bioindikator suatu ekosistem perairan dapat memiliki kelebihan tersendiri, karena memiliki keterbatasan kelompok organisme dan sensitif terhadap perubahan lingkungan, dan juga memiliki persebaran yang luas dengan umur hidup yang cukup lama.

Kelompok makhluk hidup yang biasa digunakan untuk memantau kualitas air adalah dari kelompok makroinvertebrata (Hellen dkk., 2020). Keanekaragaman dan kelimpahan makroinvertebrata memiliki toleransi dan sangat bergantung pada tingkat sensitivitasnya terhadap lingkungan dan kondisi yang ada, pemantauan kualitas air adakalanya sulit dilakukan karena beberapa hal, salah satunya karena beberapa zat pencemar sangat cepat larut ke dalam air dan hilang ke muara sungai, maka hal ini yang mendorong dilakukannya sistem pemantauan dengan mikroorganisme dimana makroinvertebrata air sebagai alat indikator biologis pemantauan (Rustiasih dkk., 2018).

Dalam pemantauan kualitas air sungai, makroinvertebrata lebih banyak banyak digunakan, karena memenuhi beberapa kriteria dibawah ini :

1. Sifat hidupnya yang relatif menetap
2. Dapat ditemukan di beberapa zona, salah satunya adalah zona habitat akuatik, dimana zona tersebut dengan berbagai kondisi air.
3. Mempunyai masa hidup yang cukup lama, sehingga keberadaannya dijadikan indikator untuk pemantauan kualitas lingkungan di sekitarnya.
4. Terdiri dari beberapa jenis dengan setiap jenisnya yang memberi respon yang berbeda terhadap perubahan kualitas air.
5. Sangat mudah untuk dikelompokkan dengan jenis familinya.
6. Mudah dalam pengumpulan/ pengambilannya, karena hanya dibutuhkan alat yang sederhana yang dapat dibuat sendiri.

Berikut akan dijelaskan beberapa makroinvertebrata yang bisa ditemukan pada ekosistem sungai dan dapat dijadikan sebagai bioindikator :

1. Chronomidae

Choronomidae merupakan serangga air atau larva yang hidup di berbagai tipe perairan, larva serangga ini dapat

ditemukan di perairan air tawar baik arus air sungai itu tenang, dan mengalir cukup deras, *Chironomidae* mempunyai komponen penting dalam ekosistem perairan dikarenakan populasinya yang melimpah dan berperan dalam rantai makanan untuk invertebrata lain yang lebih besar (Sitati dkk., 2021). Gambar *Chironomidae* akan ditampilkan dibawah sebagai berikut :



Gambar 2. 5 Chironomidae
Sumber : Ecoton, 2013

2. Beatidae

Beatidae adalah family dari lalat capung dengan jumlah spesies sekitar 1000 dan di deskripsikan dalam 110 genus yang tersebar. *Beatidae* adalah lalat capung yang terkecil, sebagian besar spesies ini memiliki ciri dengan sayap oval di bagian depan. *Beatidae* biasanya memakan ganggang karena itu sering ditemukan di perairan tercemar sedang (Sitati dkk., 2021). Gambar *Beatidae* akan ditampilkan di bawah sebagai berikut :



Gambar 2. 6 Beatidae
Sumber : Ecoton, 2013

3. Attyidae

Attyidae atau bisa juga di sebut udang air tawar merupakan *Crustacea* yang ditemukan di sungai. *Attyidae* memiliki ciri utama yaitu dengan tidak memiliki *hepati spine* pada *carapace* serta kaki jalan /*pereiopoda* pertama dan kedua memiliki *satae* pada ujung *chela*. Family ini terdiri atas 469 spesies yang sebagian besar merupakan *genus Caridina* (Sitati dkk., 2021). Gambar *attyidae* akan ditampilkan di bawah sebagai berikut :



Gambar 2. 7 Attyidae
Sumber : Ecoton, 2013

4. Polycentropodidae

Polycentropodidae merupakan serangga akuatik dari ordo trichoptera yang pada tahapan larvanya berada pada sedimen perairan. Karakteristik sedimen merupakan faktor yang menentukan distribusi dan kelimpahan serangga akuatik khususnya *polycentropodidae*. Faktor lingkungan lain yang dapat mempengaruhi distribusi kelimpahan larva ini biasanya seperti pergantian musim, kondisi kimia pada lingkungan, makanan, predator (Sitati dkk., 2021). Berikut ini akan ditampilkan gambar *polycentropodidae* :



Gambar 2. 8 Polycentropodidae
 Sumber : Ecoton, 2013

5. Parathel Pusidae

Data *International Unit Conversation Natural* (IUCN, 2001), terdapat 414 spesies *parathel pusidae* di Asia Tenggara dan sebanyak 83 spesies kepiting air tawar di Indonesia. *Parathel Pusidae* terancam punah karena jumlah individu sedikit dalam populasi kepiting air tawar yang terbatas (Sitati dkk., 2021). Berikut ini akan ditampilkan gambar *Parathel Pusidae* sebagai berikut :



Gambar 2. 9 Parathel Pusidae
 Sumber : Ecoton, 2013

6. Coenagrionidae

Coenagrionidae adalah sebuah famili dengan jumlah spesies paling banyak, yang memiliki 4 spesie yaitu *Pseudagrion pruinosum*, *Agriocnemis femina*, *Agriocnemis pygmaea* dan *Ischnura senegalensis* halini dikarenakan famili *Coenagrionidae* mamapu beradaptasi terhadap lingkungan dan

memiliki persebaran yang luas (Laily dkk., 2018). Adapun gambar *coenagrionidae* akan ditampilkan sebagai berikut :



Gambar 2. 10 Coenagrionidae
Sumber : Ecoton, 2013

Dan dalam penentuan status lingkungan pada perairan yang dapat dilakukan dengan menganalisis makroinvertebrata terlebih dahulu, dengan menganalisis indeks keanekaragaman, dan hubungan kualitas air dengan struktur komunitas makroinvertebrata.

2.4.2 Struktur Komunitas Makroinvertebrata

Menurut KBBI, komunitas adalah kelompok organisme yang hidup dan saling berinteraksi dalam hal dan tempat tertentu, struktur komunitas memiliki tiga unsur pokok penting yaitu, jumlah macam spesies, jumlah individu dalam masing-masing dan total individu dalam komunitas, pada umumnya komunitas biota memiliki struktur spesies tersendiri yang khas dan terdiri dari beberapa individu dengan jumlah yang banyak maupun jumlah yang sedikit, komunitas struktur makroinvertebrata meliputi komposisi organisme berdasarkan kelas, kelimpahan rata-rata dan kelimpahan relatif, dalam penentuan kualitas lingkungan perairan, struktur komunitas makroinvertebrata dianalisis dengan indeks keseragaman, indeks keanekaragaman, indeks kelimpahan dan indeks dominansi.

A. Indeks Keanekaragaman

Menurut Wardoyo (1989) Indeks keanekaragaman makroinvertebrata dihitung dengan menggunakan rumus keanekaragaman *Shannon-Winner* sebagai berikut :

$$H' = \sum P_i \ln P_i \text{ (rumus 2.1)}$$

Dimana :

H' adalah indeks keanekaragaman Shannon- Weiner

P_i adalah perbandingan jumlah individu

\ln adalah logaritma natural.

Indeks keanekaragaman yang didapatkan kemudian dimasukkan dalam kriteria keanekaragaman yang akan ditampilkan pada tabel (Rustiasih dkk., 2018) :

Tabel 2. 3 Tolak Ukur Indeks Keanekaragaman

Nilai Tolak Ukur	Keterangan
$H < 1,0$	Keanekaragaman rendah, produktivitas sangat rendah sebagai indikasi adanya tekanan berat dan ekosistem tidak stabil
$1,0 < H < 3,32$	Produktivitas cukup, kondisi ekosistem seimbang, tekanan ekologi sedang
$H > 3,32$	Keanekaragaman tinggi, stabilitas ekosistem baik, produktivitas tinggi, tahan terhadap ekologis.

Sumber : Rustiasih dkk., 2018

B. Indeks Keseragaman

Indeks keseragaman digunakan untuk mengetahui keseimbangan komunitas dengan mengamati jumlah individu antar species dalam suatu komunitas. Menurut Krebs (1985) Indeks keseragaman (E) dapat dirumuskan sebagai berikut ;

$$E = \frac{H}{H_{MAX}} \text{ (Rumus 2.2)}$$

Dimana :

H = Indeks Keanekaragaman

$H_{max} = \log S =$ Banyaknya spesies

Indeks keseragaman yang didapatkan kemudian dimasukkan dalam kriteria keseragaman yang akan ditampilkan pada tabel (Ariani dkk., 2020) :

Tabel 2. 4 Tabel Keseragaman

No	Keseragaman	Kategori
1.	$0,00 < E < 0,50$	Rendah
2.	$0,50 < E < 0,75$	Sedang
3.	$0,75 < E < 1,00$	Tinggi

Sumber : Ariani dkk., 2020

C. Indeks Kelimpahan

Menurut Fachrul (2007) kelimpahan jenis makroinvertebrata dapat diukur dengan menghitung jumlah individu per satuan luas (ind/m^2) dengan rumus (Rustiasih dkk., 2018) :

$$K_i = \frac{N_i}{A} \quad (\text{Rumus 2.3})$$

Dimana :

K_i = Indeks Kelimpahan

N_i = Jumlah individu makroinvertebrata

A = Luas area tangkapan

Indeks kelimpahan yang didapatkan kemudian dimasukkan dalam kriteria kelimpahan yang akan ditampilkan pada tabel (Rustiasih dkk., 2018) :

Tabel 2. 5 Indeks Kelimpahan Jenis

Nilai Indeks Kelimpahan	Kriteria Kelimpahan
0	Tidak ada
1 – 10	Kurang
11 – 20	Cukup
>20	Sangat banyak

Sumber : (Rustiasih dkk., 2018)

D. Indeks Dominasi

Menurut Ridwan (2016) Dominansi dinyatakan sebagai kekayaan jenis suatu komunitas serta keseimbangan jumlah individu setiap jenis. Adanya dominasi karena kondisi lingkungan yang sangat menguntungkan dalam mendukung pertumbuhan jenis tertentu (Parhusip, 2021). Menghitung

dominasi tertentu dalam suatu komunitas menggunakan indeks dominansi Simpson (Odum, 1994) dengan rumus sebagai berikut (Parhusip, 2021) :

$$D = 1 - \sum (P_i)^2 \quad D = 1 - \sum (P_i)^2 \quad (\text{Rumus 2.4})$$

Dimana :

D = Indeks Dominansi Simpson

$P_i = n/N$

n_i = Jumlah individu dari spesies makroalga ke-i

N = Jumlah individu seluruh spesies

Dengan kategori :

jika, $D = 0$, maka tidak terdapat spesies yang mendominasi

$D = 1$, maka terdapat spesies yang mendominasi (Ariani dkk., 2020).

2.5 Metode Indeks Biotilik

Metode biotilik adalah metode pemantauan kualitas air sungai dengan menggunakan indikator makroinvertebrata (organisme tak bertulang belakang), biotilik juga merupakan akronim dari Biota tidak bertulang belakang Indikator kualitas air yang sinonimnya adalah “makroinvertebrata”. Penilaian kualitas air Sungai Tambak Rejo Kecamatan Waru, Sidoarjo dilakukan dengan metode Biotilik dengan menghitung 4 parameter Biotilik yaitu (Ecoton, 2013) :

1. Keragaman jenis famili
2. Keragaman jenis EPT
3. Persentase kelimpahan EPT dan
4. Indeks Biotilik yang diberikan skor.

Tiga ordo utama serangga air yang dapat ditemukan melimpah di sistem air tawar adalah Ephemeroptera, Plecoptera dan Trichoptera (EPT), EPT dianggap

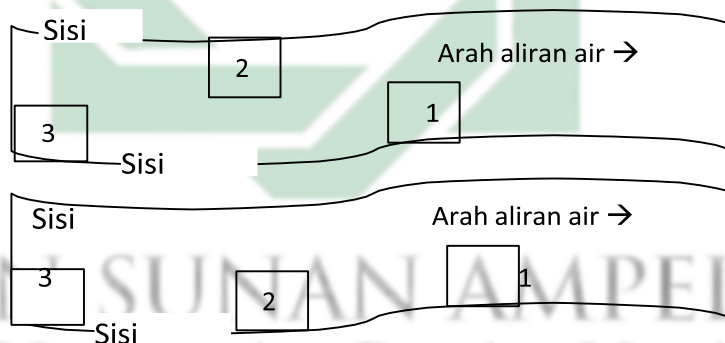
sebagai kelompok taksonomi esensial karena penyebarannya yang luas dengan kelimpahan dan kekayaan spesies yang tinggi (Wibowo dkk., 2017).

2.5.1 Prosedur Pemantauan Sungai dan Pengambilan Makroinvertebrata

Parameter pemantauan sungai yang akan diperiksa pada indeks biotilik ini merupakan makroinvertebrata yang dapat ditemukan di lokasi sungai yang akan diperiksa, dalam pengambilan sampel makroinvertebrata juga ada beberapa hal yang harus diperhatikan, seperti :

- 1) Pada pengambilan sampel makroinvertebrata harus menghindari bagian sungai yang curam.
- 2) Menghindari sungai yang memiliki arus deras yang dapat membahayakan keselamatan.

Dalam panduan biotilik, penentuan titik lokasi pengambilan sampel makroinvertebrata dilakukan seperti gambar berikut ini (Ecoton, 2013).



Gambar 2. 11 Penentuan Titik Lokasi Sampling

Sumber : Ecoton, 2013

Jika dilihat pada gambar diatas maka penentuan titik lokasi sampel bisa dilakukan pada sisi yang berlawanan maupun sejajar. Pengambilan dimulai dari titik lokasi 1 (hilir) menuju titik lokasi 3 (hulu) dengan melakukan teknik *kicking* dan *jabbing* pada bagian tepi sungai. **Teknik *kicking*** dilakukan dengan memasukkan jaring ke dalam substrat dengan menggerakkan kaki memutar untuk merangsang hewan yang

bersembunyi. **Teknik Jabbing** dilakukan dengan meletakkan jaring ke dalam substrat sambil menyapukan jaring bergerak maju ke arah hulu atau sumber datangnya air. Kemudian menghitung hewan yang didapat dengan minimal hewan yang diambil sebanyak 100 ekor setiap titiknya.

2.5.2 Skoring Identifikasi Makroinvertebrata Biotilik

Skoring identifikasi makroinvertebrata merupakan metode yang sangat diharuskan dalam biotlik, skoring identifikasi akan memudahkan dalam penentuan nilai mutu air sungai pada perhitungan selanjutnya, adapun cara perhitungan skor ini ialah dengan menyesuaikan jenis famili EPT maupun Non EPT pada makroinvertebrata yang diperoleh sesuai dengan hasil sampling, adapun beberapa skoring identifikasi makroinvertebrata indeks biotilik dapat dilihat pada tabel dibawah :

Tabel 2. 6 Skoring Identifikasi Makroinvertebrata

Kelompok EPT	
Famili	Skor
Ephemerelellidae, Leptophlebidae – A, Leptophlebidae – B, Leptophlebidae – C, Heptagenidae – A , Heptagenidae – B, Polymitarciidae, Prosopistomatidae, Nemouridae, Chloroperlidae, Perlidae, Limnephilidae, Goeridae, Psychomyiidae, Philopotamidae, Rhyacophilidae	4
Baetidae – A, Baetidae – B, Baetidae – C, Baetidae – D, Leptoceridae, Polycentropodidae, Hydropsychidae	3
Caenidae	2
Kelompok Non EPT	
Famili	Skor
Gomphidae – A, Gomphidae – B, Chlorocyphidae, Amphipterygidae, Tanideridae	4
Corduliidae – A , Corduliidae – B, Corduliidae – C, Pyralida, Tipulidae – A, Tipulidae – B, Tipulidae – C	3
Thiaridae – A, Thiaridae – B, Thiaridae – C, Pleuroceridae, Gordiidae, Coenagrionidae – A, Coenagrionidae – B	2
Tubificidae, Erpobdellidae, Chironomidae – merah,	1

Sumber : (Ecoton, 2013)

Makroinvertebrata yang telah di identifikasi dapat diukur dengan menggunakan rumus pada indeks biotilik sebagai berikut ini :

$$\text{Nilai indeks biotilik} = \frac{X}{N} \dots \dots \dots \text{(Rumus 2.5)}$$

Keterangan :

$$X = (t_i) \times (n_i)$$

$$= (\text{Skor Biotilik}) \times (\text{Jumlah Individu})$$

$$N = \text{Jumlah Individu}$$

Dapat dilihat penilaian akhir penentuan status mutu air sungai berdasarkan skor indeks biotilik, sebagai berikut :

Tabel 2. 7 Skor Indeks Biotilik

Nilai Skor Rata-Rata	Kriteria Kualitas Air
3,3 – 4,0	Tidak Tercemar
2,6 – 3,2	Tercemar Ringan
1,8 – 2,5	Tercemar Sedang
1,0 – 1,7	Tercemar Berat

Sumber : (Ecoton, 2013)

2.6 Metode Indeks Biotik

Untuk uji kualitas air sungai juga bisa menggunakan metode biotik, menurut Trihadiningrum & Tjondronegoro (1998) biotik indeks adalah salah satu perlakuan dalam bentuk skoring atau penilaian, yang dibuat berdasarkan tingkat toleransi organisme atau sekelompok organisme terhadap pencemaran, dalam pemantauan tingkat pencemaran yang dilakukan dengan mengukur berapa jumlah kelompok taksonomi makroinvertebrata yang mempunyai skor sesuai pada tingkat toleransi pencemaran, maka nilai indeks ini dari suatu lokasi yang akan digunakan untuk skoring pada semua kelompok hewan ini yang ada pada sampel, pada Sungai Tambak Rejo, Kecamatan Waru, Sidoarjo dilakukan juga uji kualitas air menggunakan metode indeks biotik, indeks BMWP-ASPT. Indeks BMWP-ASPT (*Biological Monitoring Work Party-Average Score Per Taxon*) meruakan indeks biologi yang digunakan untuk membagi biota atau mengelompokkan biota menjadi 10 tingkatan yang berdasarkan dengan kemampuan yang dimiliki dalam merespon pencemaran pada habitatnya (Afrilia, 2021).

Identifikasi makroinvertebrata juga dapat dilakukan menggunakan indeks biotik BMWP – ASPT, Indeks BMWP-ASPT (*Biological Monitoring Work*

Party - Average Score Per Taxon) merupakan indeks biologi yang digunakan untuk membagi biota atau mengelompokkan biota menjadi 10 tingkatan yang berdasarkan dengan kemampuan yang dimiliki dalam merespon pencemaran padahabitatnya. Dan juga dapat digunakan untuk menentukan kualitas pada air sungai dengan menggunakan makroinvertebrata sebagai indikator dalam perairan (Afrilia, 2021). Metode BMWP-ASPT dapat digunakan sebagai pelengkap dari metode biomonitoring, yang membedakan metode ini dari indeks biotilik salah satunya adalah tidak ada pengelompokan Makroinvertebrata EPT dan Non EPT pada skoring identifikasi makroinvertebrata, Adapun cara perhitungan pada metode ini yaitu sebagai berikut ini (Anestiana, 2017):

- a. Skor dapat dihitung dengan berdasarkan jenis taksa, yang diperoleh dengan pengecekan yang sesuai dengan hasil sampling
- b. Makroinvertebrata yang ada dijumlah total taksanya dan kemudian dibagidengan jumlah takasa tersebut.

Penentuan pada kualitas air yang menggunakan makroinvertebrata yang menggunakan metode BMWP-ASPT dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 2. 8 Skoring Makroinvertebrata BMWP-ASPT

Famili	Skor
Taeniopterygidae, Leuctridae, Capniidae, Periodidae, Perlidae, Chloroperlidae, Aphelocheiridae, Phryaneidae, Molannidae, Beraidae, Goeridae, Lepiddostomatidae, Brachycentridae	10
Cordulegastridae, Aeshnidae, Corduliidae, Libellulidae, Psychomyiidae, Philopotamidae	8
Nemouridae, Polycentropodidae, Limnephilidae	7
Viviparidae, Coenagriidae	6
Gerridae, Gyrinidae, Elminthidae, Hydropsychidae, Tipulidae, Simuliidae.	5
Baetidae	4
Viviparidae, Hydrobiidae L, Physidae, Planorbidae, Erpobdellidae.	3
Chronomidae	2

Sumber : (Afrilia, 2021)

Indeks biotik dapat diukur dengan menggunakan rumus pada metode BMWP-ASPT sebagai berikut ini :

$$\text{Nilai ASPT} = \frac{A}{B} \dots\dots\dots(\text{Rumus 2.6})$$

Keterangan :

A = Jumlah skor indeks BMWP

B = Jumlah famili yang ditemukan dan mempunyai skor

Dapat dilihat untuk menentukan kualitas air dengan berdasarkan skor BMWP-ASPT, sebagai berikut :

Tabel 2. 9 Skoring Identifikasi BMWP-ASPT

Nilai Skor BMWP-ASPT	Kriteria Kualitas Air
1-4	Tercemar Berat
5-7	Tercemar Sedang
8 – 10	Tidak Tercemar

Sumber : (Afrilia, 2021).

2.7 Integrasi Keilmuan

Sumber daya yang sangat besar di dunia ini adalah air dimana air bisa di dapati di berbagai tempat di belahan bumi, keberadaan air sangat diperhatikan oleh manusia karena besarnya manfaat yang ada pada air bagi kehidupan, terlebih lagi, air merupakan pemberian dari Allah bagi makhluk – Nya di bumi, pemberian ini dapat dimanfaatkan oleh seluruh makhluk- Nya, baik manusia, hewan, maupun tumbuhan (QS An Nahl 16 : 10), Allah SWT menyebut kata air berulang-ulang karena begitu pentingnya air bagi kehidupan, dalam Al – Qur'an kata air disebut 63 kali, sungai-sungai disebut 54 kali (Naff, 2009; Nisa, 2017), Untuk memastikan bahwa air dapat terus dimanfaatkan, maka sumber daya air harus dijaga kelestariannya, sepanjang masa yang harus dijaga keberlangsungannya, ini bukanlah masalah yang akan terjadi saat ini, namun juga dapat mengganggu keberlangsungan untuk masa yang akan datang, maka manusia perlu menemukan dan melakukan tindakan untuk dapat menjaga sumber daya air dan keberlangsungannya.

2.7.1 Kualitas Lingkungan Dalam Perspektif Islam (Al – Qur’an)

Manusia dalam ekosistem lingkungan memiliki peranan yang sangat penting untuk terus menjaga dan melestarikan alam di sekitarnya. Bahkan di dalam Al –Qur’an memuat ayat larangan untuk merusak ekosistem lingkungannya, dapat dilihat ayat dibawah ini merupakan salah satu ayat yang terdapat dalam Al – Qur’an Surat Al- A’raf 56-58 yang menerangkan tentang larang membuat kerusakan di bumi.

وَلَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا وَادْعُوهُ خَوْفًا وَطَمَعًا إِنَّ رَحْمَتَ اللَّهِ قَرِيبٌ
مِّنَ الْمُحْسِنِينَ (56) وَهُوَ الَّذِي يُرْسِلُ الرِّيَّاحَ بُشْرًا بَيْنَ يَدَيْ رَحْمَتِهِ حَتَّى إِذَا أَقَلَّتْ
سَحَابًا ثِقَالًا سُقْنَاهُ لِبَلَدٍ مَّيِّتٍ فَأَنْزَلْنَا بِهِ الْمَاءَ فَأَخْرَجْنَا بِهِ مِنْ كُلِّ الثَّمَرَاتِ كَذَلِكَ
نُخْرِجُ الْمَوْتَى لَعَلَّكُمْ تَذَكَّرُونَ (57) وَالْبَلَدُ الطَّيِّبُ يَخْرُجُ نَبَاتُهُ بِإِذْنِ رَبِّهِ وَالَّذِي
(58). خَبِيثٌ لَا يَخْرُجُ إِلَّا نَكِدًا كَذَلِكَ نُصَرِّفُ الْآيَاتِ لِقَوْمٍ يَشْكُرُونَ

Artinya :

“Dan janganlah kamu berbuat kerusakan di bumi setelah (diciptakan) dengan baik. Berdo’alah kepada-Nya dengan rasa takut dan penuh harap. Sesungguhnya rahmat Allah sangat dekat kepada orang yang berbuat kebaikan (56). Dialah yang meniupkan angin sebagai pembawa kabar gembira, mendahului kedatangan Rahmat-Nya (hujan), sehingga apabila angin itu membawa mendung, kami halau ke suatu daerah yang tandus, lalu kami turunkan hujan di daerah itu. Kemudian kami tumbuhkan dengan hujan itu berbagai macam buah-buahan. Sepertiitulah kami membangkitkan orang yang telah mati, mudah-mudahan kamu mengambil pelajaran (57). Dan tanah yang baik, tanaman-tanamannya tumbuh subur dengan izin tuhan, dan tanah yang buruk, tanaman- tanamannya tumbuh merana. Demikianlah kami menjelaskan berulang-ulang tanda – tanda (kebesaran kami) bagi orang – orang yang bersyukur (58).” Surat Al- A’raf 56-58

2.7.2 Kualitas Lingkungan Dalam Perspektif Hadist

Jika diatas berbicara kualitas lingkungan dalam perspektif Al-Qur'an, maka kualitas lingkungan dalam perspektif Hadits dirasa perlu untuk disimak, adapun keberhasilan lingkungan merupakan hal yang sangat perlu dilakukan dan untuk mengamalkannya adalah sebagian dari iman, dalam hadits yang diterima oleh Abu Hurairah bahwa keberhasilan lingkungan adalah bentuk dari shadaqah, adapun hadits tersebut ialah sebagai berikut :

كُلُّ سَلَامَةٍ مِنَ النَّاسِ عَلَيْهِ صَدَقَةٌ كُلُّ يَوْمٍ تَطْلُعُ فِيهِ الشَّمْسُ: تَعْدِلُ بَيْنَ
 اثْنَيْنِ صَدَقَةٌ، وَتُعِينُ الرَّجُلَ فِي دَابَّتِهِ فَتَحْمِلُ لَهُ عَلَيْهَا أَوْ تَرْفَعُ لَهُ عَلَيْهَا مَنَاعَهُ
 صَدَقَةٌ، وَالْكَلِمَةُ الطَّيِّبَةُ صَدَقَةٌ، وَبِكُلِّ خُطْوَةٍ تَمْشِيهَا إِلَى الصَّلَاةِ صَدَقَةٌ، وَتُؤَمِّطُ
 الْأَذَى عَنِ الطَّرِيقِ صَدَقَةٌ

Artinya :

“Setiap salamku dari orang-orang aalah shadaqah, setiap hari matahari yang terbit sehingga ia adil antara dua orang adalah shadaqah, dan menolong orang atas kendaraannya memangkunya atau mengangkut barang-barangnya adalah shadaqah, dan kalimat yang baik adalah shadaqah, dan setiap langkah yang dilakukan untuk sholat adalah shadaqah, dan menunjukkan jalan adalah shadaqah dan membuang gangguan dari jalan adalah shadaqah”. (HR. Ahmad).

2.8 Penelitian Terdahulu

Terdapat banyak penelitian terdahulu yang digunakan sebagai dasar menyusun kerangka penelitian yang akan dilakukan, penelitian ini juga melihat beberapa penelitian terdahulu yang berkaitan, dengan mengambil 5 jurnal nasional dan 5 jurnal internasional, maka akan ditampilkan pada tabel berikut ini :

Tabel 2. 10 Penelitian Terdahulu

No	Nama Penulis	Tahun	Judul	Hasil Penelitian
1	Lalu Achmad Tan Tilar Wangsajati Sukmaring Kalih, I Gede Nano Septian, Demianto Yoga Sativa	2018	Makroinvertebrata Sebagai Bioindikator Kualitas Perairan Waduk Batujai Di Lombok Tengah	Berdasarkan hasil dari penelitian terdahulu, diketahui kualitas air Waduk Batujai Lombok perairan di daerah ini memiliki pencemaran dengan sumber pencemar polutan organik ringan setelah menganalisis nilai FBI dan ditemukan pencemaran sangat kecil sehingga tidak ada perubahan yang terjadi
2	Athifah, Maya Nuansa Putri, Sahid Imam Wahyudi, Rosalina Edy, Immy Suci Rohyani	2018	Keanekaragaman Mollusca Sebagai Bioindikator Ualitas Perairan Di Kawasan TPA Kebon Kongok Lombok Barat	Berdasarkan hasil penelitian terdahulu, telah di peroleh 14 spesies mollusca yang tergabung dalam 8 famili. dengan memiliki jumlah individu jenis tarebia granifera tertinggi, dimana jenis ini berupa kelompok organisme yang memiliki toleransi daya yang besar, sehingga perkembangan tertinggi dapat mencapai kepadatan yang dalam, dan perairan yang tercemar berat.
3	Agnes Hellen, Kisworo, Djoko Rahardjo	2020	Komunitas Makroinvertebrata Bentik Sebagai Bioindikator Kualitas Air Sungai Code.	Berdasarkan penelitian terdahulu, didapatkan hasil nilai pencemaran, stasiun 1 hingga stasiun 8 termasuk dalam kategori tercemar ringan, analisis hasil indeks FBI Sungai Code salah satunya adalah (pada stasiun 5) dengan perolehan nilai indeks sebesar 6,4-8,91 bagian hilir sungai tercemar berat (0,16 - 1,57).

4	Ridha Nirmalasari	2018	Analisis Kualitas Air Sungai Sebangau Pelabuhan Kereng Bengkiray Berdasarkan Keanekaragaman dan Komposisi Fitoplankton.	Dari hasil penelitian terdahulu, didapatkan bahwa kondisi air sungai Sebangau Pelabuhan Kereng Bengkiray Kota Palangkaraya terdapat beraneka ragam fitoplankton dengan kelompok bacillaria sebesar 79%, dan jenis fitoplankton lain seperti, Chlorophyta dan Cyanophyta dengan masing-masing komposisi kelompok sebesar 9% dan 12%, dimana keberadaan fitoplankton ini menjadi indikator bahwa air Sungai Sebangau dinyatakan tidak tercemar, kualitasnya baik dan layak untuk dikonsumsi
5	Listin Fitrihanah dan Agus Purnama	2021	Pola Sebaran Spasial Logam Berat Kadmium di Sungai Kawasan Industri Berbek Kabupaten Sidoarjo	Berdasarkan hasil penelitian terdahulu, hasil dengan metode interpolasi kriging menunjukkan pencemaran tertinggi ada di perairan Desa Wedoro dengan nilai sebesar 0,18 ppm dan pencemaran paling rendah ada pada perairan di desa Gedongan 0,10 ppm
6	A. Sitati, L.M. Nyaboke, P.O. Raburu and F.O. Masese	2021	Macroinvertebrate Structural Composition as Indicators of Water Quality in Headwater Streams	berdasarkan penelitian terdahulu, studi ini menunjukkan makroinvertebrat digunakan sebagai indikator dan memiliki respon terhadap tingkat degradasi dan perubahan struktur sungai

7	Jong-Won Lee, Sang-Woo Lee, Kyung-Jin An, Soon-Jin Hwang and Nan-Young Kim	2020	An Estimated Structural Equation Model to Assess the Effects of Land Use on Water Quality and Benthic Macroinvertebrates in Streams of the Nam-Han River System, South Korea	berdasarkan penelitian terdahulu, maka dapat disimpulkan bahwa penggunaan lahan pertanian secara signifikan berdampak pada indeks kimia kualitas air sungai, dan pengaruh relatif dai setiap variabel pada bentik makroinvertebrata.
8	Emeka D. Anyanwu, Maryjoan C. Okorie and Sabastine N. Odo	2019	Macroinvertebrates as bioindicators of Water Quality of Effluent receiving Ossah River, Umuahia, Southeast Nigeria.	berdasarkan penelitian terdahulu, sungai osah terkena dampak limbah pabrik minyak nabati dengan diketahui paramter fisika-kimia (Ph, DO dan BOD) dimana pada stasiun 1 tercemar oleh dampak kumulatif dari aktivitas manusia dan stasiun 2 tercemar oleh buangan limbah.
9	Manoj Kumar, Neelima Gupta, Arun Ratn, Yashika Awasthi,Rajesh Prasad, Abha Trivedi, Sunil P. Trivedi	2019	Biomonitoring of Heavy Metals in River Ganga Water, Sediments, Plant, and Fishes of Different Trophic Levels	berdasarkan penelitian terdahulu, ditemukan Pb, Fe, Cd dan Cr dengan nilai yang tinggi, dan NI, Cu, Zn dan Co dengan nilai yang rendah pada sungai gangga
10	KAHIRUN, LAODE SABARUDDIN, MUKHTAR, LAODE MUHAMMAD HARJONI KILOWASID	2019	Evaluation of land use impact on river water quality using macroinvertebrates as bioindicator in Lahumoko Watershed, Buton Island, Indonesia	berdasarkan penelitian terdahulu, kesimpulannya adalah perubahan penggunaan lahan di DAS Lahumoko berdampak langsung terhadap parameter kualitas air di sungai, hulu, tengah dan hilir.

BAB III

METODE PENELITIAN

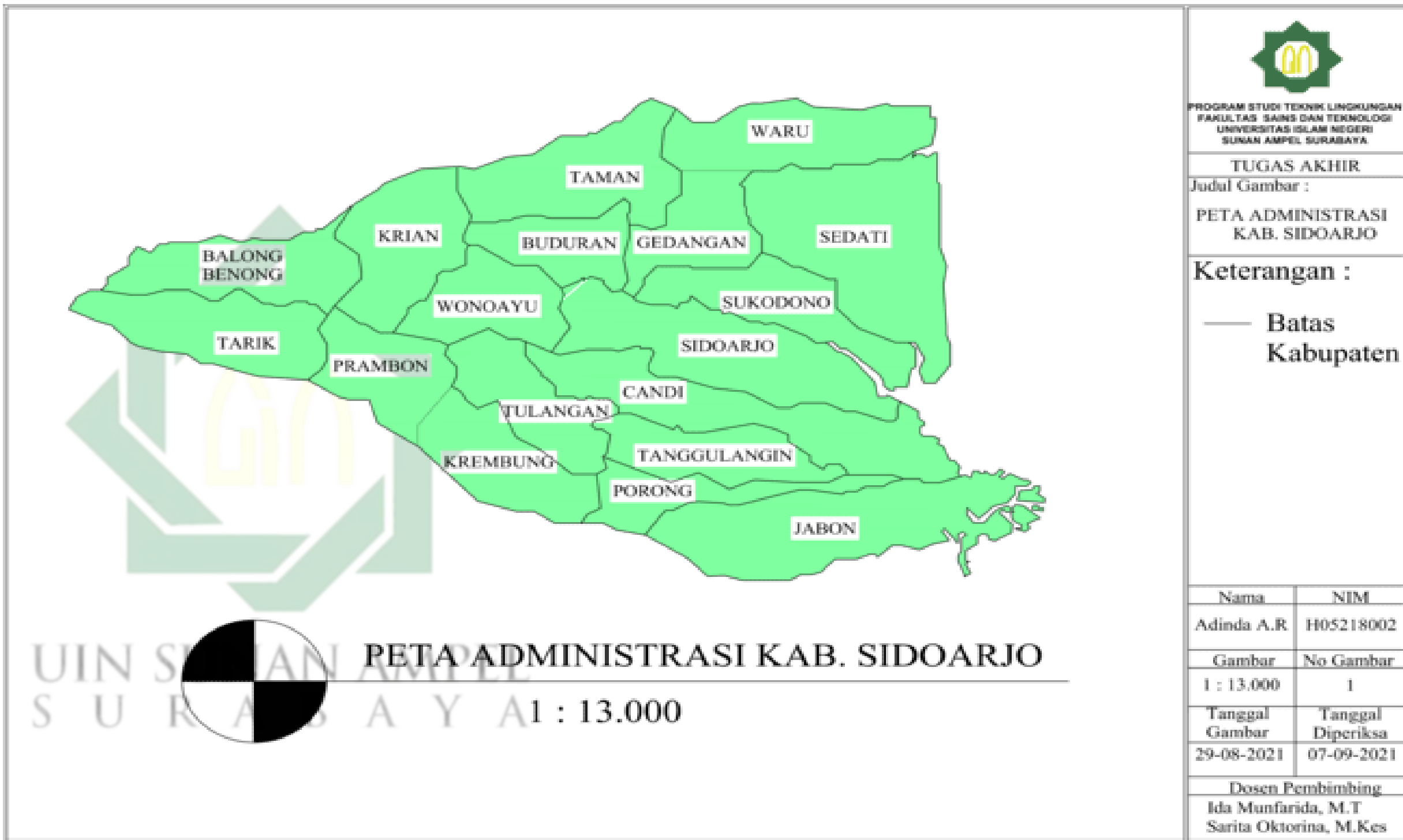
3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini berjudul “Analisis Kualitas Air Sungai dan Struktur Makroinvertebrata di Sungai Tambak Rejo Kecamatan Waru, Sidoarjo” lokasi penelitian ini berada di Sungai Tambak Rejo, Kecamatan Waru, Sidoarjo. Sampling pengambilan air untuk uji parameter fisika -kimia dilakukan dengan cara mengambil air di sisi kiri sungai dan kanan sungai, pengambilan sampel makroinvertebrata akan dilakukan di 3 titik lokasi (hulu, tengah dan hilir) dengan menggunakan metode jenis penelitian indeks biotilik dan indeks biotik BMWP-ASPT dan teknik *jabbing*, dan pengujian parameter fisik-kimia sampling air yang akan dilakukan di Laboratorium.

Untuk memperjelas lokasi penelitian maka akan dilampirkan gambar peta di bawah ini :



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A



PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUNAN AMPEL SURABAYA

TUGAS AKHIR

Judul Gambar :

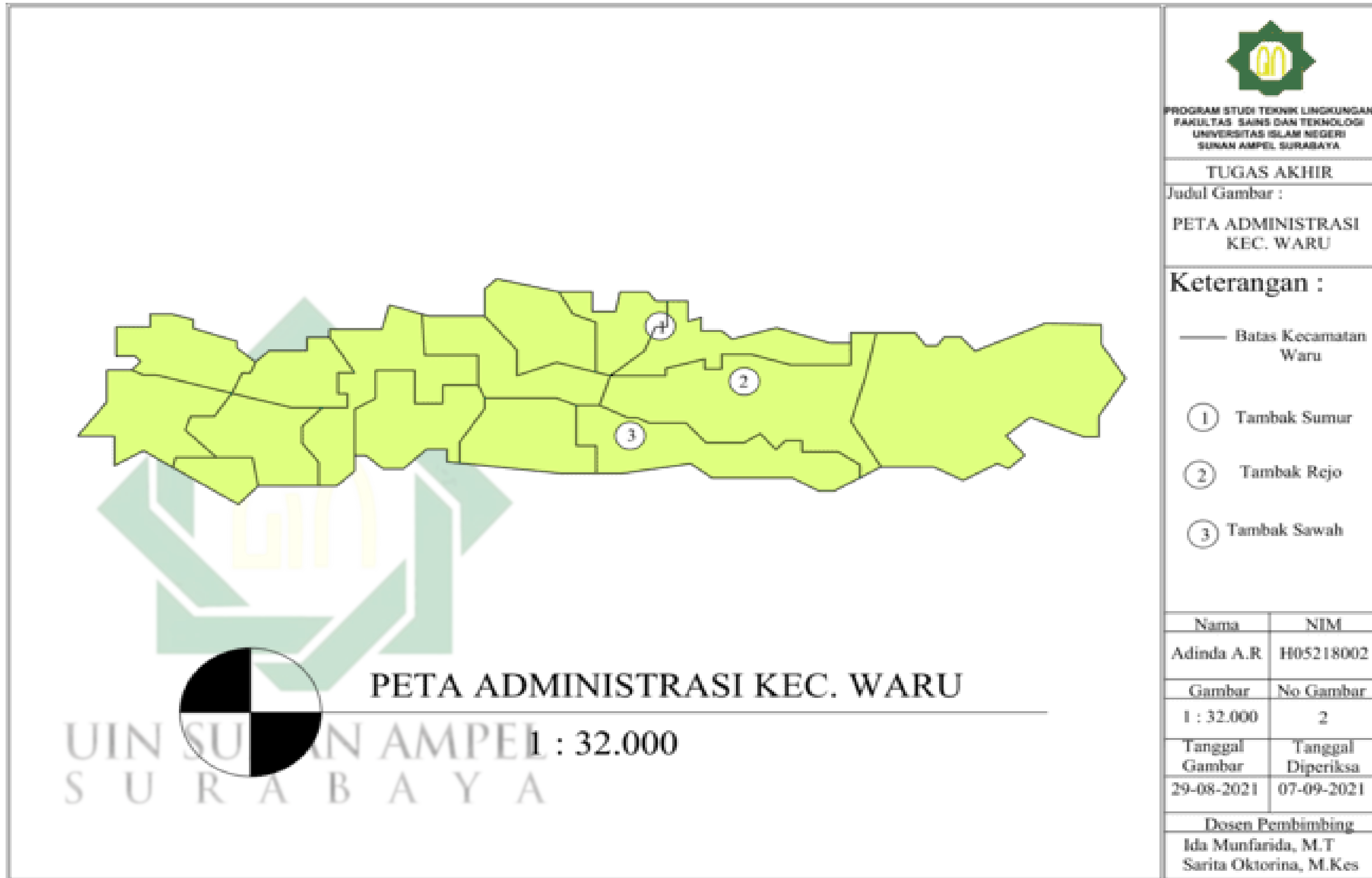
**PETA ADMINISTRASI
KAB. SIDOARJO**

Keterangan :

— Batas
Kabupaten

Nama	NIM
Adinda A.R	H05218002
Gambar	No Gambar
1 : 13.000	1
Tanggal Gambar	Tanggal Diperiksa
29-08-2021	07-09-2021
Dosen Pembimbing	
Ida Munfarida, M.T Sarita Oktorina, M.Kes	

Gambar 3. 1 Peta Administrasi Kabupaten Sidoarjo




 PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
 FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
 UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
 SUNAN AMPEL SURABAYA

TUGAS AKHIR

Judul Gambar :
**PETA ADMINISTRASI
 KEC. WARU**

Keterangan :

- Batas Kecamatan Waru
- ① Tambak Sumur
- ② Tambak Rejo
- ③ Tambak Sawah

Nama	NIM
Adinda A.R	H05218002
Gambar	No Gambar
1 : 32.000	2
Tanggal Gambar	Tanggal Diperiksa
29-08-2021	07-09-2021
Dosen Pembimbing	
Ida Munfarida, M.T Sarita Oktorina, M.Kes	

Gambar 3. 2 Peta Administrasi Kecamatan Waru



Gambar 3. 3 Peta Arah Aliran Sungai



Gambar 3. 4 Peta Situasi Titik Sampling

Titik lokasi pengambilan sample makroinvertebrata ditentukan berdasarkan karakteristik daerah yang dialiri sungai, titik 1 merupakan hulu dimana karakteristik lokasi ialah adanya pemukiman padat, sehingga limbah yang dihasilkan berupa limbah cair domestik, titik 2 merupakan sumber pencemar, dimana karakteristik di lokasi ini adalah adanya industri pabrik minyak yang akan menghasilkan limbah cair dari proses produksi minyak, kemudian pada titik 3 merupakan hilir/ muara sungai dimana karakteristik lokasi daerah tersebut adalah persawahan yang jauh dari sumber pencemar pabrik.

3.2 Waktu Penelitian

Waktu penelitian ini dilakukan pada saat panas atau tidak hujan dengan penelitian dilakukan selama 2 bulan yaitu 13 September 2021 – 14 November 2021. Dengan pelaksanaan sampling dilakukan saat pagi hari jam 08.00-10.00. berikut akan dijelaskan waktu penelitian pada tabel dibawah ini :



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

Tabel 3. 1 Jadwal Penelitian

No	Kegiatan	Agustus				September				Oktober				Maret				Juni				Juli	
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	
1	Penyusunan Proposal	■	■	■	■																		
2	Perbaikan Proposal					■	■	■	■														
3	Pelaksanaan Administrasi									■	■												
4	Pengambilan Sampel Makroinvertebrata										■	■											
	Pengambilan Sampel Air											■	■										
5	Analisis											■	■	■	■								
6	Penyusunan Laporan											■	■	■	■	■							
7	Pendaftaran Sidang Akhir															■	■						
8	Pelaksanaan Sidang Akhir																	■	■	■			
9	Perbaikan Laporan Tugas Akhir																					■	

3.3 Jenis Penelitian

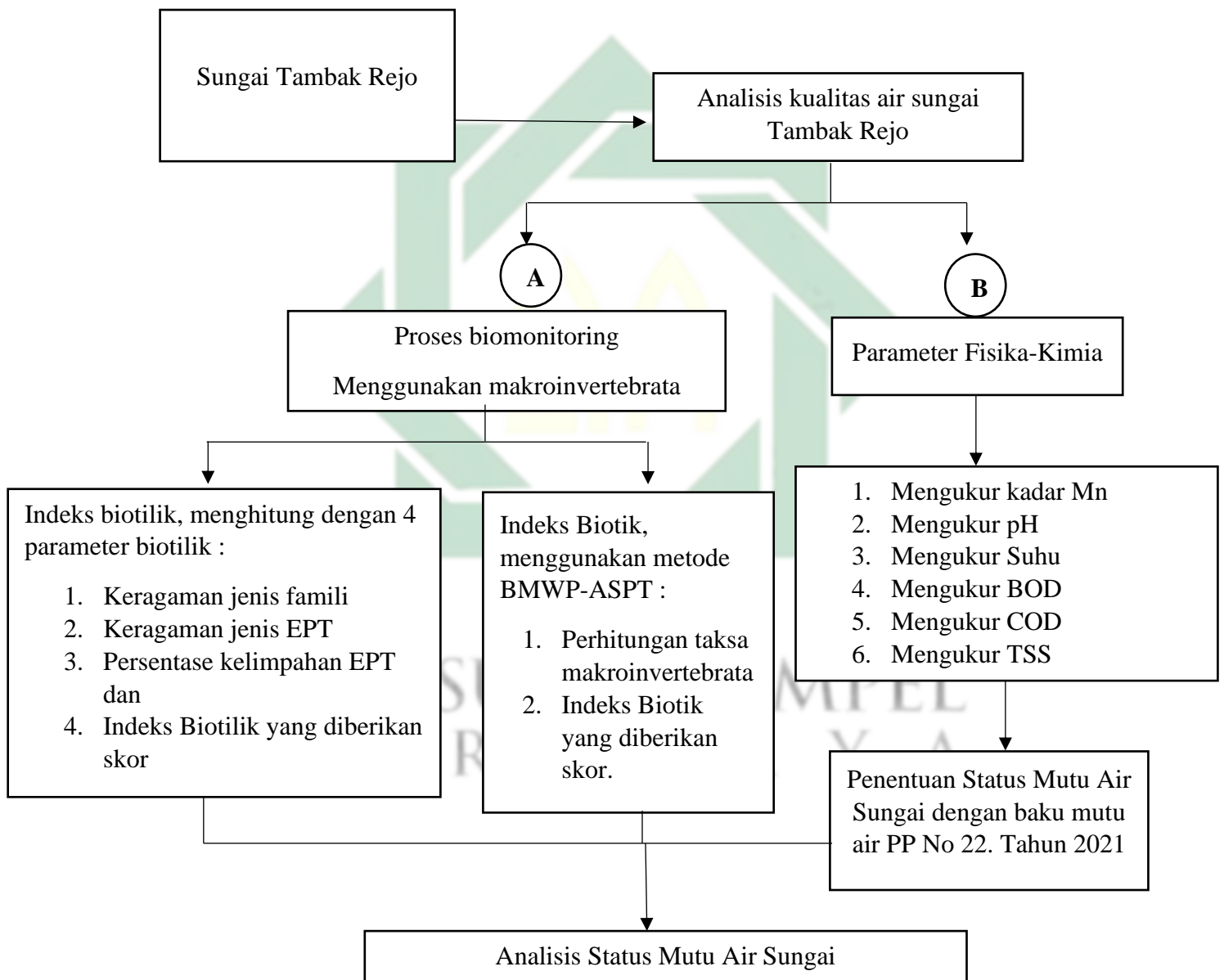
Penelitian tentang “Analisis Kualitas Air Sungai Dan Struktur Makroinvertebrata Di Sungai Tambak Rejo Kecamatan Waru, Sidoarjo” merupakan penelitian deskriptif dimana metode berbasis teori yang dibuat dengan mengumpulkan, menyajikan data dan menganalisis, yang sangat sesuai dengan tipe penelitian yang dilakukan.



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

3.4 Kerangka Pikir Penelitian

Kerangka pikir penelitian adalah suatu diagram yang menjelaskan secara umum alur/jalannya suatu penelitian, dimana hal tersebut dilakukan agar hasil penelitian yang di dapat sesuai dengan maksud dan tujuan dalam kegiatan penelitian. Adapun kerangka pikir dalam penelitian ini ditunjukkan pada diagram alir dibawah ini :



Gambar 3. 5 Kerangka Pikir Penelitian

3.5 Tahapan Penelitian

Sebelum memulai pelaksanaan penelitian maka harus menyusun tahapan dan metode penelitian yang akan digunakan selama pelaksanaan sampling. Adapun tahapan dibagi menjadi beberapa bagian yaitu :

3.5.1 Tahapan Persiapan

Tahapan awal adalah persiapan penelitian dimana kegiatan dalam pelaksanaan, perencanaan yang dilakukan pada tahap persiapan ini adalah :

1. Studi Pustaka

Studi pustaka dilakukan sebagai awal untuk mendapatkan gambaran dalam kegiatan penelitian, studi pustaka ini dilakukan untuk mempelajari literatur yang ada sebagai referensi yang sesuai dengan kebutuhan dan kegiatan penelitian, baik dari mencocokkan metode penelitian, bahan penelitian dan bahasan penelitian.

2. Persiapan Administrasi

Persiapan administrasi dilakukan untuk memenuhi persyaratan pengajuan tugas akhir, seperti membuat pembuatan pra proposal.

3.5.2 Tahap Pelaksanaan

Berikut ini adalah tahapan – tahapan pelaksanaan penelitian yang akan dijelaskan sebagai berikut:

1. Pengambilan Sampel Air Sungai Tambak Rejo, Kecamatan Waru, Sidoarjo.

Dalam pengambilan sampel air sungai, maka yang harus dilakukan terlebih dahulu adalah menentukan titik yang akan digunakan, titik lokasi ditentukan sebanyak 3 titik (hulu, tengah dan hilir) penentuan titik tersebut berdasarkan panduan biotilik (Ecoton, 2013)

- a. Titik 1 berada di hulu sekitar daerah adanya aktivitas pemukiman warga

- b. Titik 2 berada di sumber pencemaran (kawasan industri pabrik).
- c. Titik 3 berada di hilir (muara sungai)

Untuk peta titik sampling bisa dilihat pada **gambar 3.4** diatas.

2. Metode pengambilan sampel menggunakan contoh metode pengambilan air sungai yang di dasari dengan SNI 6989.57.2008 tentang metode pengambilan air permukaan, dengan menggunakan alat yang sederhana berupa jaring, wadah putih, dan lain sebagainya.
3. Pengambilan Makroinvertebrata
Pengambilan sampel makroinvertebrata ini dilakukan sesuai titik yang telah ditentukan. Pengambilan sampel makroinvertebrata dengan menggunakan 2 jenis teknik, yaitu teknik jabbing jika sungai mempunyai tingkat kedalaman lebih dari 10 - 80 meter dan teknik kicking jika sungai tingkat kedalaman yang rendah yaitu 1-10 meter.

3.4.3 Tahap Pengolahan data dan Pengerjaan Laporan

Data makroinvertebrata setelah dilakukan sampling akan diuji analisis laboratorium, dan selanjutnya data akan diolah dan dibandingkan dengan baku mutu kualitas air sungai pada Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021. Kemudian tahap pengerjaan laporan yaitu melaporkan semua hasil penelitian mengenai analisis kualitas Air Sungai Tambak Rejo, Kecamatan Waru, Sidoarjo terhadap makroinvertebrata.

Persyaratan mengenai baku mutu air telah tercantum pada Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang penyelenggaraan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Lokasi Pengambilan Sampel di Sungai Tambak Rejo, Kecamatan Waru, Sidoarjo

Pada penelitian ini dilakukan 2 pengambilan sampel, yaitu sampel makroinvertebrata dan sampel air di Sungai Tambak Rejo, Kecamatan Waru, Kabupaten Sidoarjo yang berada pada tiga kelurahan di Kecamatan Waru, Kabupaten Sidoarjo, tiga kelurahan tersebut adalah Kelurahan Tambak Sumur, Kelurahan Tambak Rejo dan Kelurahan Tambak Sawah. Dengan jarak pada setiap titiknya berbeda, jarak titik I ke titik II pengambilan sampel sepanjang 1,6 km dan jarak titik II ke titik III sepanjang 2,3 km. Untuk mengetahui jarak antar titik, maka penulis mengukur jarak pada Google Earth dan mengestimasi jarak antar titik tersebut dan jarak antar titik dapat dilihat pada gambar dan tabel di bawah ini :

Tabel 4. 1 Jarak Antar Stasiun

No	Stasiun	Jarak Antar Stasiun (km)
1.	Titik 1	0
2.	Titik 2	1,75
3.	Titik 3	2,13

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A



Gambar 4. 1 Peta Jarak Antar Titik



Gambar 4. 2 Peta Jarak Antar Titik

4.1.1 Pengambilan Sampel Air di Titik I Sungai Tambak Rejo, Sidoarjo

Pengambilan sampel air titik I di hulu sungai yang berada di desa Tambak Sumur Kecamatan Waru, pengambilan sampel air dilakukan pada pagi hari jam 08.00 – 09.00. Dimana karakteristik di lokasi ini diperuntukkan sebagai lahan pemukiman, banyak pemukiman warga yang berdiri di pinggir sungai yang akan ditampilkan pada **Gambar 4.3**. Pengambilan sampel dilakukan berdasarkan SNI 6989 : 57 : 2008 tentang metode pengambilan contoh air permukaan dengan langkah awal ialah mengukur debit air sungai. Prinsip pengukuran debit air sungai adalah mengukur kecepatan aliran dengan menggunakan *Current Meter*, luas penampang basah dan kedalaman. Penampang basah dihitung berdasarkan lebar rai dan muka air. Peralatan yang digunakan untuk melakukan pengukuran debit air sungai di Tambak Sumur akan ditampilkan pada **Gambar 4.4** dan **Gambar 4.5**.



Gambar 4. 3 Titik I Lokasi Pengambilan Sampel Air Sungai



Gambar 4. 4 Current Meter



Gambar 4. 5 Pengukuran menggunakan meteran

Pengukuran debit untuk pengambilan sampel air akan dibahas secara jelas dibawah ini :

1. Perhitungan kedalaman sungai, diukur dengan menggunakan alat ukur sederhana berupa batu yang diikat pada tali secara vertikal yang telah diberi tanda tiap jaraknya sejauh 1 meter, kemudian didapatkan kedalaman sebesar 0,72 meter pada titik I

2. Perhitungan kecepatan aliran sungai di titik I, penentuan pengukuran kecepatan aliran sungai dilihat dari kedalaman sungai, pada titik I kedalaman sungai didapatkan sebesar 0,70 meter maka perhitungan kecepatan aliran ditinjau dari titik pengamatan 0,2 dan 0,8 d dengan kecepatan rata-rata vertikal $V = \frac{1}{2} (V_2 + V_8)$ yang akan dijabarkan tiap titiknya sebagai berikut :

Pada kedalaman 0,72 meter, current meter didapatkan nilai 0,2 d = 0,3 mph - 0,5mph -0,3mph dengan nilai rata-rata 0,37 mph

0,8 d = 0,4 mph - 0,6 mph - 0,4 mph dengan nilai rata-rata 0,47 mph

Kemudian dihitung kembali dengan volume rata-rata dengan rumus :

$$V = \frac{1}{2} (0,37 \text{ mph} + 0,47 \text{ mph})$$

$$= 0,42 \text{ mph}$$

Gambar pengukuran kecepatan aliran akan ditampilkan pada

3. Perhitungan Luas Penampang Basah, menurut SNI 8066:2015 luas penampang basah dihitung dari kedalaman air dan lebar sungai dengan menggunakan rumus :

$$A = A1 + A2 + A3$$

$$A1 = \frac{1}{2} \times a \times t$$

$$= \frac{1}{2} \times 0,42 \text{ meter} \times 0,54 \text{ meter}$$

$$= 0,11 \text{ meter}$$

$$A2 = p \times l$$

$$= 0,72 \text{ meter} \times 18 \text{ meter}$$

$$= 12,96 \text{ meter dibulatkan menjadi } 13 \text{ meter}$$

$$A3 = \frac{1}{2} \times a \times t$$

$$= \frac{1}{2} \times 0,42 \text{ meter} \times 0,54 \text{ meter}$$

$$= 0,11 \text{ meter}$$

$$A = 0,11 \text{ meter} + 13 \text{ meter} + 0,11 \text{ meter}$$

$$= 13,22 \text{ meter}$$

4. Perhitungan debit air sungai didapatkan dari rumus seperti :

$$D = A \times V$$

$$= 13,22 \text{ meter} \times 0,42 \text{ meter/detik}$$

$$= 5,5 \text{ m}^3/\text{detik.}$$

Hasil analisa dari pengukuran debit yang dilakukan secara *in situ* pada titik I sungai di desa Tambak Sumur akan ditampilkan pada tabel dibawah ini :

Tabel 4. 2 Pengukuran Debit Air Sungai Titik I

Titik I	
Kedalaman	0,72 meter
Kecepatan Aliran (Volume Rata-Rata)	0,42 m/detik
Luas Penampang Basah	13,2 meter
Debit Air Sungai	5,5 m ³ /detik

Perbedaan nilai kecepatan aliran pada tiga titik dipengaruhi oleh perubahan ekologi yang dapat menghambat laju aliran air, dan kedalaman pada sungai juga dapat mempengaruhi kecepatan laju aliran sungai, adapun ditinjau dari pengamatan kondisi lokasi saat pengukuran, rendahnya hasil pengukuran kecepatan diakibatkan dengan cuaca terik dan beberapa aktivitas manusia yang berada di sekitar sungai, hal ini juga didorong oleh pendapat Manik & Handoco (2021) bahwa salah satu aktivitas manusia pada kawasan pemukiman ialah penggunaan deterjen, limbah deterjen sangat berpengaruh oksigen yang berada di perairan, dimana semakin tinggi deterjen yang masuk kedalam perairan maka akan semakin rendah oksigen yang terlarut, dan tentunya ini juga berkesinambungan pada hasil penangkapan makroinvertebrata yang digunakan sebagai bioindikator, pergerakan aliran sungai yang deras akan menyulitkan penangkapan makroinvertebrata tetapi pemantauan makroinvertebrata pada titik I yang telah diidentifikasi memiliki nilai yang lebih besar dari jenis family yang ditemukan pada titik I.

4.1.2 Pengambilan Sampel Air di Titik II Sungai Tambak Rejo, Sidoarjo.

Pengambilan sampel titik II tengah sungai yang berada di desa Tambak Rejo Kecamatan Waru, pengambilan sampel air dilakukan pada pagi hari jam 08.00 – 09.00. Dimana karakteristik di lokasi ini diperuntukkan sebagai lahan perindustrian, yang akan ditampilkan pada **Gambar 4.6**. Pengambilan sampel dilakukan berdasarkan SNI 6989 : 57 : 2008 Metode pengambilan contoh air permukaan dengan langkah awal ialah mengukur debit air sungai. Prinsip pengukuran debit air sungai adalah mengukur kecepatan aliran dengan menggunakan *Current Meter*, luas penampang basah dan kedalaman. Penampang basah dihitung berdasarkan lebar rai dan muka air. Peralatan yang digunakan untuk melakukan pengukuran debit di Tambak Rejo akan ditampilkan pada **Gambar 4.7** dan **Gambar 4.8**.



Gambar 4. 6 Lokasi Pengambilan Sampel Titik II



Gambar 4. 7 Current Meter



Gambar 4. 8 Pengukuran Menggunakan Meteran

Pengukuran debit untuk pengambilan sampel air akan dibahas secara jelas dibawah ini :

1. Perhitungan kedalaman sungai, diukur dengan menggunakan alat ukur sederhana berupa batu yang diikat pada tali secara vertikal yang telah diberi tanda tiap jaraknya sejauh 1 meter,

kemudian didapatkan kedalaman sebesar 1,56 meter pada titik II

2. Perhitungan kecepatan aliran sungai di titik II, penentuan pengukuran kecepatan aliran sungai dilihat dari kedalaman sungai, pada titik II kedalaman sungai didapatkan sebesar 1,56 meter maka perhitungan kecepatan aliran ditinjau dari titik pengamatan 0,2 dan 0,8 d dengan kecepatan rata-rata vertikal $V = \frac{1}{2} (V_2 + V_8)$ yang akan dijabarkan tiap titiknya sebagai berikut :

Pada kedalaman 1,56 meter, current meter didapatkan nilai 0,2 d = 0,7 mph - 0,8mph -0,7mph dengan nilai rata-rata 0,73 mph

0,8 d = 0,9 mph – 0,8 mph – 0,8 mph dengan nilai rata-rata 0,83 mph

Kemudian dihitung kembali dengan volume rata-rata dengan rumus :

$$V = \frac{1}{2} (0,73 \text{ mph} + 0,83 \text{ mph}) \\ = 0,78 \text{ mph}$$

3. Perhitungan Luas Penampang Basah, menurut SNI 8066:2015 luas penampang basah dihitung dari kedalaman air dan lebar sungai dengan menggunakan rumus :

$$A = A_1 + A_2 + A_3$$

$$A_1 = \frac{1}{2} \times a \times t$$

$$= \frac{1}{2} \times 0,6 \text{ meter} \times 1,25 \text{ meter}$$

$$= 0,4 \text{ meter}$$

$$A_2 = p \times l$$

$$= 20 \text{ meter} \times 1,56 \text{ meter}$$

$$= 31 \text{ meter}$$

$$A_3 = \frac{1}{2} \times a \times t$$

$$= \frac{1}{2} \times 0,6 \text{ meter} \times 1,25 \text{ meter}$$

$$= 0,4 \text{ meter}$$

$$A = 0,4 \text{ meter} + 31 \text{ meter} + 0,4 \text{ meter}$$

= 14,9 meter dibulatkan 15 meter

4. Perhitungan debit air sungai didapatkan dari rumus seperti :

$$\begin{aligned} D &= A \times V \\ &= 32 \text{ meter} \times 0,78 \text{ meter/detik} \\ &= 25 \text{ m}^3/\text{detik}. \end{aligned}$$

Hasil analisa dari pengukuran debit yang dilakukan secara in situ pada titik II sungai di desa Tambak Rejo akan ditampilkan pada tabel dibawah ini :

Tabel 4. 3 Pengukuran Debit Titik II

Titik II	
Kedalaman	1,56 meter
Kecepatan Aliran (Volume Rata-Rata)	0,78 m/detik
Luas Penampang Basah	32 meter
Debit Air Sungai	25 m ³ /detik

Pengukuran kecepatan aliran sungai pada titik II memiliki nilai yang lebih besar dari titik I, tingginya nilai kecepatan aliran pada titik II pun juga dapat dipengaruhi oleh kedalaman dan lebar luas penampang yang terdapat pada titik II, bila ditinjau dari pengamatan kondisi lokasi saat pengukuran, pergerakan aliran pada titik II masih tergolong standard atau normal, hal ini bisa dipengaruhi oleh aktivitas pabrik yang sudah beroperasi dan limbah yang ditimbulkannya, salah satu limbah pabrik yang berada di lokasi titik II ialah limbah minyak, limbah minyak dapat menghalangi pergerakan air karena lemak minyak dapat membentuk lapisan pada permukaan air yang dapat menghalangi sinar matahari dan pasokan oksigen, seperti dikutip dari penjelasan Manik & Handoco, (2021) semakin rendah oksigen yang terlarut maka dapat membatasi pergerakan aliran sungai, dan tentunya ini juga berkesinambungan pada hasil penangkapan makroinvertebrata yang digunakan sebagai bioindikator, penangkapan makroinvertebrata cukup normal karena pergerakan aliran sungai yang normal, makroinvertebrata pada titik II yang telah

diidentifikasi memiliki nilai yang lebih besar dari jenis family yang ditemukan pada titik III.

4.1.3 Pengambilan Sampel Air di Titik III Sungai Tambak Rejo, Sidoarjo.

Pengambilan sampel titik III hilir sungai yang berada di desa Tambak Sawah Kecamatan Waru, pengambilan sampel air dilakukan pada pagi hari jam 08.00 – 09.00. Dimana karakteristik di lokasi ini diperuntukkan sebagai lahan pertanian, yang akan ditampilkan pada **Gambar 4.9**. Pengambilan sampel dilakukan berdasarkan SNI 6989 : 57 : 2008 Metode pengambilan contoh air permukaan dengan langkah awal ialah mengukur debit air sungai. Prinsip pengukuran debit air sungai adalah mengukur kecepatan aliran dengan menggunakan *Current Meter*, luas penampang basah dan kedalaman. Penampang basah dihitung berdasarkan lebar rai dan muka air. Peralatan yang digunakan untuk melakukan pengukuran debit air sungai di Tambak Sawah akan ditampilkan pada **Gambar 4.10** dan **Gambar 4.11**.



Gambar 4. 9 Lokasi Titik III



Gambar 4. 10 Current Meter



Gambar 4. 11 Mengukur Kedalaman Air Sungai

Pengukuran debit untuk pengambilan sampel air akan dibahas secara jelas dibawah ini :

1. Perhitungan kedalaman sungai, diukur dengan menggunakan alat ukur sederhana berupa batu yang diikat pada tali secara vertikal yang telah diberi tanda tiap jaraknya sejauh 1 meter, kemudian didapatkan kedalaman sebesar 3,41 meter pada titik III
2. Perhitungan kecepatan aliran sungai di titik III, penentuan pengukuran kecepatan aliran sungai dilihat dari kedalaman sungai, pada titik III kedalaman sungai didapatkan sebesar 3,41 meter maka perhitungan kecepatan aliran ditinjau dari titik pengamatan 0,2 dan 0,8 d dengan kecepatan rata-rata

vertikal $V = \frac{1}{2} (V_2 + V_8)$ yang akan dijabarkan tiap titiknya sebagai berikut :

Pada kedalaman 3,41 meter, current meter didapatkan nilai $0,2 \text{ d} = 0,7 \text{ mph} - 0,8 \text{ mph} - 0,8 \text{ mph}$ dengan nilai rata-rata 0,77 mph

$0,8 \text{ d} = 0,8 \text{ mph} - 0,9 \text{ mph} - 0,9 \text{ mph}$ dengan nilai rata-rata 0,83 mph

Kemudian dihitung kembali dengan volume rata-rata dengan rumus :

$$V = \frac{1}{2} (0,77 \text{ mph} + 0,83 \text{ mph}) \\ = 0,80 \text{ mph}$$

3. Perhitungan Luas Penampang Basah, menurut SNI 8066:2015 luas penampang basah dihitung dari kedalaman air dan lebar sungai dengan menggunakan rumus :

$$A = A_1 + A_2 + A_3$$

$$A_1 = \frac{1}{2} \times a \times t$$

$$= \frac{1}{2} \times 1,55 \text{ meter} \times 2,85 \text{ meter}$$

$$= 2,21 \text{ meter}$$

$$A_2 = p \times l$$

$$= 3,41 \text{ meter} \times 21,6 \text{ meter}$$

$$= 73,7 \text{ meter}$$

$$A_3 = \frac{1}{2} \times a \times t$$

$$= \frac{1}{2} \times 1,55 \text{ meter} \times 2,85 \text{ meter}$$

$$= 2,21 \text{ meter}$$

$$A = 2,21 \text{ meter} + 73,7 \text{ meter} + 2,21 \text{ meter}$$

$$= 78,1 \text{ meter}$$

4. Perhitungan debit air sungai didapatkan dari rumus seperti :

$$D = A \times V$$

$$= 78,1 \text{ meter} \times 0,80 \text{ meter/detik}$$

$$= 62,5 \text{ m}^3/\text{detik.}$$

Hasil analisa dari pengukuran debit yang dilakukan secara *in situ* pada titik III sungai di desa Tambak Sawah akan ditampilkan pada tabel dibawah ini :

Tabel 4. 4 Pengukuran Debit Sungai Titik III

Titik III	
Kedalaman	3,41 meter
Kecepatan Aliran (Volume Rata-Rata)	1,60 m/detik
Luas Penampang Basah	78,1 meter
Debit Air Sungai	62,5 m ³ /detik

Pengukuran kecepatan aliran sungai pada titik III memiliki nilai yang lebih besar dari titik sebelumnya, tingginya nilai kecepatan aliran pada titik III pun sangat dapat dipengaruhi oleh kedalaman dan lebar luas penampang yang terdapat pada titik III, bila ditinjau dari pengamatan kondisi lokasi saat pengukuran, pergerakan aliran pada titik III memang cukup deras, derasnya pergerakan aliran sungai pada titik III bisa disebabkan oleh berbagai faktor, salah satunya pasang surut air, menurut Putri & Yuliza, (2021) pasang surut air dapat membuat adanya pergerakan aliran arus yang sangat cepat dan memungkinkan adanya kenaikan tinggi permukaan air. Hal yang tentunya juga berkesinambungan pada hasil penangkapan makroinvertebrata, penangkapan makroinvertebrata terbilang cukup sulit dikarenakan tingginya kecepatan arus pada titik lokasi dan kedalaman sungai yang cukup tinggi untuk mencari substrat yang ada, makroinvertebrata pada titik III yang telah diidentifikasi memiliki nilai yang lebih sedikit dari jenis family yang ditemukan pada titik sebelumnya.

4.1.4 Pengambilan Sampel Makroinvertebrata di Titik I Sungai Tambak Rejo, Sidoarjo.

Pengambilan sampel makroinvertebrata titik I di hulu sungai dilakukan pada perairan yang berada di desa Tambak Sumur

Kecamatan Waru, Sidoarjo. dimana karakteristik di lokasi ini diperuntukkan sebagai lahan pemukiman, banyak pemukiman warga yang berdiri di pinggir sungai yang akan ditampilkan pada **Gambar 4.12**. Pengambilan sampel makroinvertebrata dilakukan pada pagi hari jam 08.00 – 10.00 dan metode pengambilan sampel makroinvertebrata ini dilakukan berdasarkan panduan biotilik dengan mengambil sampel di dua sisi sungai. sampling makroinvertebrata dilakukan dengan teknik *jabbing* dimana mempertimbangkan kondisi keselamatan dengan melihat kedalaman sungai. peralatan yang digunakan dalam pengambilan makroinvertebrata akan ditampilkan pada **Gambar 4.13**. dan **Gambar 4.14**.



Gambar 4. 12 Lokasi Titik I





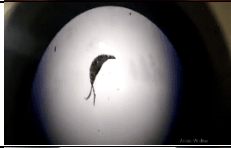

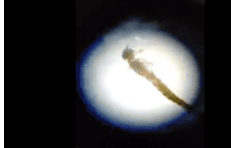
Gambar 4. 13 Perlengkapan Pemantauan Makroinvertebrata


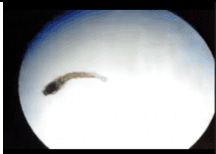

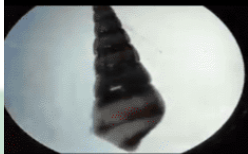
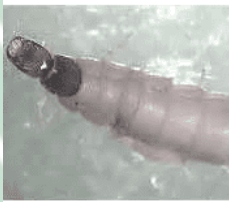



Gambar 4. 14 Pemantauan Makroinvertebrata

Dengan jumlah minimal hewan yang dipantau sebanyak 100 hewan. Hasil pemantauan yang dilakukan secara *insitu* yang telah dilakukan identifikasi menggunakan mikroskop akan ditampilkan pada tabel dibawah ini :

Tabel 4. 5 Pemantauan Makroinvertebrata di Titik I

No	Nama Family	Jumlah Individu		Gambar
		Titik I A	Titik I B	
1	Hydrophilidae-Larva	34	-	
2	Chironomidae Merah	33	12	
3	Prosopistomatidae	12	12	
4	Polycentropodidae	11	17	
5	Coenagrionidae-A	5	-	

6	Psychomyiidae	4	-	
7	Tanidaridae	1	-	
8	Viviparidae	1	-	
9	Thiaridae-B	1	-	
10	Gyrinidae-Larva	-	56	
11	Stratiomyidae	-	5	
Jumlah		102	102	
Total Keseluruhan		204		

Pemantauan makroinvertebrata pada titik I didapatkan berbagai macam jenis family, identifikasi yang ditemukan sebanyak 11 family vertebrata, masing-masing stasiun mempunyai jenis family masing-masing yang berasal dari makroinvertebrata, dan memiliki toleran terhadap perubahan kualitas perairan. menurut Widiyanto & Sulistayarsi (2016) Family Thiaridae memiliki toleransi yang sangat baik terhadap kondisi perairan mulai dari tercemar ringan hingga berat, seperti yang dijelaskan sebelumnya bahwa makroinvertebrata juga sangat berkesinambungan dengan kecepatan arus, kecepatan arus sangat mempengaruhi daya lekat organisme di suatu perairan. familia EPT juga banyak didapatkan pada pemantauan makroinvertebrata di titik I, menurut (Bispo, 2006) kehadiran serangga EPT ini bergantung

pada ketersediaan makanan di dalamnya dari vegetasi sepanjang sungai (Syuhada dkk., 2017) familia EPT yang masih terdapat pada suatu perairan bisa dikatakan perairan tersebut masih terdapat sumber makanan sehingga bisa bertahan didalamnya

4.1.5 Pengambilan Sampel Makroinvertebrata di Titik II Sungai Tambak Rejo, Sidoarjo.

Pengambilan sampel makroinvertebrata titik II di bagian tengah sungai pada perairan yang berada di desa Tambak Rejo Kecamatan Waru, Sidoarjo. dimana karakteristik di lokasi ini diperuntukkan sebagai lahan industri, limbah industri dapat mencemari perairan sungai yang akan ditampilkan pada **Gambar 4.15**. Pengambilan sampel makroinvertebrata dilakukan pada pagi hari jam 08.00 – 10.00 dan metode pengambilan sampel makroinvertebrata ini dilakukan berdasarkan panduan biotilik dengan mengambil sampel di dua sisi sungai. sampling makroinvertebrata dilakukan dengan teknik *jabbing* dimana mempertimbangkan kondisi keselamatan dengan melihat kedalaman sungai. peralatan yang digunakan dalam pengambilan makroinvertebrata ditampilkan pada **Gambar 4.16**.




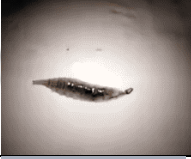

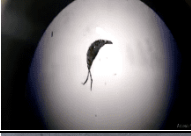

Gambar 4. 15 Lokasi Titik II




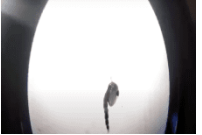
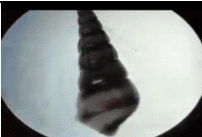


Gambar 4. 16 Pelaksanaan Pemantauan Makroinvertebrata

Dengan jumlah minimal hewan yang dipantau sebanyak 100 hewan. Hasil pemantauan yang dilakukan secara *insitu* yang telah dilakukan identifikasi menggunakan mikroskop akan ditampilkan pada tabel dibawah ini :

Tabel 4. 6 Pemantauan Makroinvertebrata di Titik II

No	Nama Family	Jumlah Individu		Gambar
		Titik II A	Titik II B	
1	Hydrophilidae-Larva	28	35	
2	Lampyridae- Larva	27	-	
3	Typhulidae-A	22	28	
4	Prosopistomatidae	12	3	
5	Physycomidae	11	-	

6	Physidae	2	-	
7	Pyralidae	-	16	
8	Erpobdellidae	-	12	
9	Polycentropodidae	-	6	
10	Thiaridae-B	-	2	
Jumlah		102	102	
Total Keseluruhan		204		

Pemantauan makroinvertebrata pada titik II didapatkan berbagai macam jenis family, identifikasi yang ditemukan sebanyak 10 family vertebrata, masing-masing stasiun mempunyai jenis family masing-masing dan memiliki toleran terhadap perubahan kualitas perairan. menurut Widiyanto & Sulistayarsi (2016) Family Thiaridae memiliki toleransi yang sangat baik terhadap kondisi perairan mulai dari tercemar ringan hingga berat, seperti yang dijelaskan sebelumnya bahwa makroinvertebrata juga sangat berkesinambungan dengan kecepatan arus, kecepatan arus sangat mempengaruhi daya lekat organisme di suatu perairan. seperti yang dijelaskan sebelumnya bahwa makroinvertebrata juga sangat berkesinambungan dengan kecepatan arus, kecepatan arus sangat mempengaruhi daya lekat organisme di suatu perairan. familia EPT juga banyak didapatkan pada pemantauan makroinvertebrata di titik III, menurut (Bispo, 2006) kehadiran serangga EPT ini bergantung pada ketersediaan makanan di dalamnya dari vegetasi sepanjang sungai (Syuhada dkk., 2017) familia EPT yang

masih terdapat pada suatu perairan bisa dikatakan perairan tersebut masih terdapat sumber makanan sehingga bisa bertahan didalamnya.

4.1.6 Pengambilan Sampel Makroinvertebrata di Titik III Sungai Tambak Rejo, Sidoarjo.

Pengambilan sampel makroinvertebrata titik III di hilir sungai pada perairan yang berada di desa Tambak Sawah Kecamatan Waru, Sidoarjo. dimana karakteristik di lokasi ini diperuntukkan sebagai lahan pertanian maka akan ditampilkan pada **Gambar 4.17**. Pengambilan sampel makroinvertebrata dilakukan pada pagi hari jam 08.00 – 10.00 dan metode pengambilan sampel makroinvertebrata ini dilakukan berdasarkan panduan biotilik dengan mengambil sampel di dua sisi sungai. sampling makroinvertebrata dilakukan dengan teknik jabbing dimana mempertimbangkan kondisi keselamatan dengan melihat kedalaman sungai. peralatan yang digunakan dalam pengambilan makroinvertebrata akan ditampilkan pada **Gambar 4.18**.



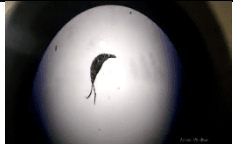

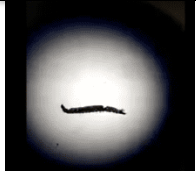
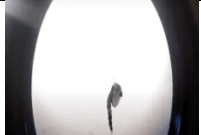
Gambar 4. 17 Gambaran Sungai pada Titik III

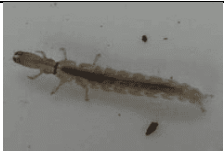


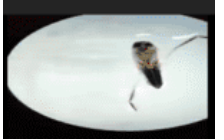



Gambar 4. 18 Pelaksanaan Pemantauan Makroinvertebrata

Dengan jumlah minimal hewan yang dipantau sebanyak 100 hewan. Hasil pemantauan yang dilakukan secara insitu yang telah dilakukan identifikasi menggunakan mikroskop akan ditampilkan pada tabel dibawah ini :

Tabel 4. 7 Pemantauan Makronvertebrata Titik Lokasi III

No	Nama Family	Jumlah Individu		Gambar
		Titik III A	Titik III B	
1	Prosopistomatidae	38	14	
2	Lampyridae- Larva	22	-	
3	Hydrophilidae- Larva	16	33	
4	Polycentropodidae	15	48	

5	Philopotamidae	7	-	
6	Planorbidae	3	-	
7	Viviparidae	1	-	
8	Heptagenidae-A	-	6	
9	Thiaridae- A	-	1	
Jumlah		102	102	
Total Keseluruhan		204		

Pemantauan makroinvertebrata pada titik III didapatkan berbagai macam jenis family, identifikasi yang ditemukan sebanyak 10 family vertebrata, masing-masing stasiun mempunyai jenis family masing-masing dan memiliki toleran terhadap perubahan kualitas perairan. menurut (Widiyanto & Sulistayarsi, 2016). Family Thiaridae memiliki toleransi yang sangat baik terhadap kondisi perairan mulai dari tercemar ringan hingga berat, seperti yang dijelaskan sebelumnya bahwa makroinvertebrata juga sangat berkesinambungan dengan kecepatan arus, kecepatan arus sangat mempengaruhi daya lekat organisme di suatu perairan. Arus yang berada pada titik III tergolong cukup deras jika dilihat dari pengamatan saat sampling maka pemantauan makroinvertebrata titik III mendapatkan hasil lebih sedikit dibandingkan titik sebelumnya salah satu berkurangnya penangkapan makroinvertebrata seperti yang dijelaskan sebelumnya bahwa pengambilan sampel makroinvertebrata juga sangat berkesinambungan

dengan kecepatan arus, kecepatan arus sangat mempengaruhi daya lekat organisme di suatu perairan. menurut (Bispo, 2006) kehadiran serangga EPT ini bergantung pada ketersediaan makanan di dalamnya dari vegetasi sepanjang sungai (Syuhada dkk., 2017) familia EPT yang masih terdapat pada suatu perairan bisa dikatakan perairan tersebut masih terdapat sumber makanan sehingga bisa bertahan didalamnya.

4.2 Kualitas Air Sungai Tambak Rejo, Kecamatan Waru, Kabupaten Sidoarjo Berdasarkan Baku Mutu.

Pengukuran kualitas air sungai Tambak Rejo dilakukan dengan menganalisis parameter fisika- kimia seperti : suhu, pH, BOD, COD, TSS dan Kadar Mn, pengukuran suhu dilakukan secara *insitu*, dan parameter lainnya seperti BOD, COD, pH, TSS dan Kadar Mn dilakukan pengukuran *exsitu* di laboratorium, kemudian membandingkan dengan ketentuan baku mutu kelas air berdasarkan PP No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Kelas air yang berbeda mensyaratkan kualitas air yang ditentukan sebagai kriteria mutu air, penetapan kelas air dilakukan dengan mempertimbangkan wilayah administratif dari sumber – sumber air, penetapan kelas air pada sungai yang berada dalam wilayah kabupaten/kota ditetapkan dengan peraturan daerah kabupaten/kota, dalam hal ini sungai belum ditetapkan kelasnya, sehingga baku mutu airnya dianggap tunduk pada pengaturan kelas 2. Hasil kualitas air sungai Tambak Rejo berdasarkan yang didapat akan dibahas dibawah ini

4.2.1 Analisis Kualitas Air Sungai Tambak Rejo pada Titik I Berdasarkan Baku Mutu.

Parameter fisika-kimia perairan yang telah diuji sampel akan dibandingkan dengan baku mutu perairan yang telah ditetapkan, Sungai Tambak Rejo Kabupaten Sidoarjo akan ditetapkan pada peraturan kelas II baku mutu air sungai, maka berdasarkan hasil pengukuran kualitas fisika – kimia air secara *insitu* (suhu), serta hasil analisis pengukuran kualitas fisika-kimia air di laboratorium (BOD, COD, TSS, pH dan Kadar Mn) tiap titiknya akan ditampilkan pada tabel dibawah ini :

Tabel 4. 8 Analisa Fisik - Kimia Air Sungai Titik I Berdasarkan Baku Mutu Perairan

Parameter	Satuan	Lokasi Pengambilan		Baku Mutu Air Sungai Kelas 2
		Titik I A	Titik I B	
Derajat Keasaman (pH)		7,78	7,76	6-9
Kebutuhan Oksigen Biokimiawi (BOD)	mg/L	10,5	11,36	3
Kebutuhan Oksigen Kimiawi (COD)	mg/L	39,2	37,95	25
Temperatur	°C	29	30	Dev 3
Padatan Tersuspensi Total (TSS)	mg/L	41	55	50
Mangan (Mn) Terlarut	mg/L	0,04	0,04	-

Sumber : Hasil Laboratorium BBTCLPP, 2022.

Berdasarkan tabel diatas diketahui bahwa nilai yang melebihi baku mutu kelas II terdiri dari parameter :

1. BOD pada titik I melebihi batas baku mutu kelas II
2. COD pada titik I melebihi baku mutu kelas II
3. TSS pada titik I, 2/3 sisi sungai melebihi baku mutu kelas II

Baku mutu kelas II diperuntukkan sebagai prasana/sarana rekreasi, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan dan air untuk mengaliri pertanian sehingga nilai baku mutu yang telah ditetapkan memiliki ketentuan yang sangat terjaga dari baku mutu kelas III dan IV, tingginya nilai BOD dan COD pada titik lokasi I jika ditinjau dari pengamatan saat melakukan sampling karena adanya tambahan pencemar dari aktivitas kegiatan manusia, salah satu contohnya masuknya deterjen kedalam aliran sungai yang mengakibatkan peningkatan turbulensi akibat material yang terlarut, hal ini juga mempengaruhi nilai TSS, menurut (Syuhada dkk., 2017) faktor yang mempengaruhi TSS terdiri dari lumpur, pasir yang terlarut, sampah organik yang terlarut dan material terlarut.

4.2.2 Analisis Kualitas Air Sungai Tambak Rejo pada Titik II Berdasarkan Baku Mutu

Parameter fisika-kimia perairan yang telah diuji sampel akan dibandingkan dengan baku mutu perairan yang telah ditetapkan, Sungai Tambak Rejo Kabupaten Sidoarjo akan ditetapkan pada peraturan kelas II baku mutu air sungai, maka berdasarkan hasil pengukuran kualitas fisika – kimia air secara *insitu* (suhu), serta hasil analisis pengukuran kualitas fisika-kimia air di laboratorium (BOD, COD, TSS, pH dan Kadar Mn) tiap titiknya akan ditampilkan pada tabel dibawah ini :

Tabel 4. 9 Analisa Parameter Fisika Kimia pada Titik II Sungai Tambak Rejo

Parameter	Satuan	Lokasi Pengambilan		Baku Mutu Air Sungai Kelas 2
		Titik II A	Titik II B	
Derajat Keasaman (pH)		8,43	8,37	6-9
Kebutuhan Oksigen Biokimiawi	mg/L	12,04	10,58	3
Kebutuhan Oksigen Kimiawi (COD)	mg/L	58,67	51,88	25
Temperatur	°C	31	30	Dev 3
Padatan Tersuspensi Total (TSS)	mg/L	40	43	50
Mangan (Mn) Terlarut	mg/L	0,07	0,07	-

Sumber : Hasil Laboratorium BBTCLPP, 2022

Berdasarkan tabel diatas diketahui bahwa nilai yang melebihi baku mutu kelas II terdiri dari parameter :

1. BOD pada titik II, melebihi batas baku mutu kelas II
2. COD pada titik II, melebihi baku mutu kelas II

Baku mutu kelas II diperuntukkan sebagai prasana/sarana rekreasi, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan dan air untuk mengaliri pertanian sehingga nilai baku mutu yang telah ditetapkan memiliki ketentuan yang sangat terjaga dari baku mutu kelas III dan IV, tingginya nilai BOD dan COD pada titik lokasi II jika ditinjau dari pengamtan saat melakukan sampling karena adanya tambahan pencemar dari aktivitas industri, salah satu contoh ialah limbah minyak, limbah minyak dapat menghalangi pergerakan air karena

lemak minyak dapat membentuk lapisan pada permukaan air yang dapat menghalangi pasokan oksigen pada perairan.

4.2.3 Analisis Kualitas Air Sungai Tambak Rejo pada Titik III Berdasarkan Parameter Fisika – Kimia

Parameter fisika-kimia perairan yang telah diuji sampel akan dibandingkan dengan baku mutu perairan yang telah ditetapkan, Sungai Tambak Rejo Kabupaten Sidoarjo akan ditetapkan pada peraturan kelas II baku mutu air sungai, maka berdasarkan hasil pengukuran kualitas fisika – kimia air secara insitu (suhu), serta hasil analisis pengukuran kualitas fisika-kimia air di laboratorium (BOD, COD, TSS, pH dan Kadar Mn) tiap titiknya akan ditampilkan pada tabel dibawah ini :

Tabel 4. 10 Analisa Parameter Fisika Kimia pada Titik III Sungai Tambak Rejo

Parameter	Satuan	Lokasi Pengambilan		Baku Mutu Air Sungai Kelas 2
		III A	III B	
Derajat Keasaman (pH)		8,45	8,31	6-9
Kebutuhan Oksigen Biokimiawi	mg/L	11,99	11,14	3
Kebutuhan Oksigen Kimiawi (COD)	mg/L	20,01	28,61	25
Temperatur	°C	29	29	Dev 3
Padatan Tersuspensi Total (TSS)	mg/L	35	34	50
Mangan (Mn) Terlarut	mg/L	0	0,08	-

Sumber : Hasil Laboratorium BBTCLPP, 2022

Berdasarkan tabel diatas diketahui bahwa nilai yang melebihi baku mutu kelas II terdiri dari parameter :

1. BOD pada titik II, melebihi batas baku mutu kelas II
2. COD pada titik II, sisi 2/3 sungai melebihi baku mutu kelas II

Baku mutu kelas II diperuntukkan sebagai prasana/sarana rekreasi, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan dan air untuk mengaliri pertanian sehingga nilai baku mutu yang telah ditetapkan memiliki ketentuan yang sangat terjaga dari baku mutu kelas III dan IV, tingginya konsentrasi BOD dan COD pada titik lokasi III menunjukkan besarnya oksigen terlarut yang dibutuhkan dari badan air untuk melakukan reaksi kimiawi terhadap bahan pencemar organik.

Setelah mengetahui hasil parameter fisika- kimia dari beberapa titik dan telah dibandingkan dengan standar baku mutu air kelas II dengan menggunakan Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan Pengelolaan Lingkungan Hidup, maka data kualitas air Sungai Tambak Rejo berdasarkan parameter fisika – kimia dari 3 titik dapat dilihat pada tabel dibawah ini :



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

Tabel 4. 11 Air Sungai Tambak Rejo Berdasarkan Baku Mutu Air Sungai PP No 22 Tahun 2021 Kelas II

Parameter	Satuan	Lokasi Pengambilan						Baku Mutu PP No 22 Tahun 2021 Kelas II
		Titik I		Titik II		Titik III		
		I A	I B	II A	II B	III A	III B	
Derajat Keasaman (pH)		7,78	7,76	8,43	8,37	8,45	8,31	6-9
Kebutuhan Oksigen Biokimiawi (BOD)	mg/L	10,5	11,36	12,04	10,58	11,99	11,14	3
Kebutuhan Oksigen Kimiawi (COD)	mg/L	39,2	37,95	58,67	51,88	20,01	28,61	25
Temperatur	°C	29	30	31	30	29	29	Dev 3
Padatan Tersuspensi Total (TSS)	mg/L	41	55	40	43	35	34	50
Mangan (Mn) Terlarut	mg/L	0,04	0,04	0,07	0,07	0	0,08	-

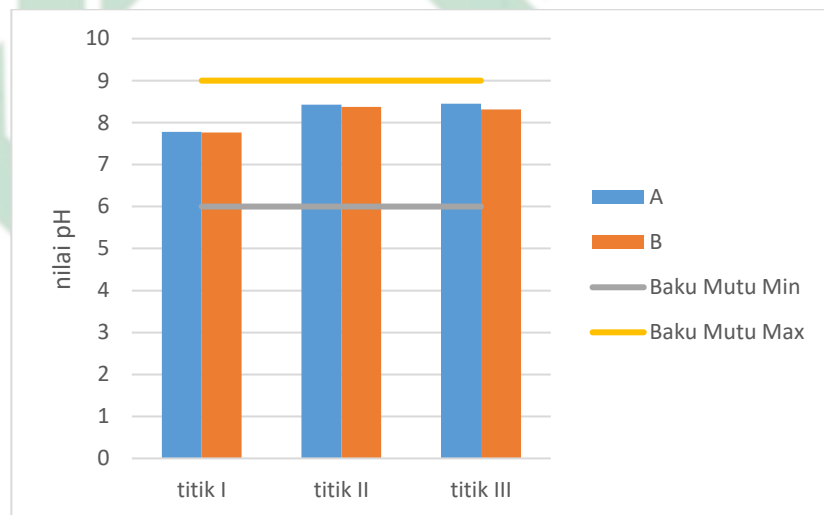
Sumber : Hasil Laboratorium BBTCLPP, 2022.

4.2.4 Kualitas Air Sungai Tambak Rejo Berdasarkan PP No. 22 Tahun 2021 Kelas II

Berdasarkan tabel diatas maka dapat diketahui nilai pengukuran parameter fisika-kimia air sungai tambak rejo titik I – III kelas II memiliki nilai yang akan di uraikan seperti berikut :

1. Derajat Keasaman (PH)

Hasil pengukuran pH pada titik I – III masih memenuhi baku mutu kualitas air sungai kelas II, dapat dilihat pada tabel 4.11 bahwa nilai pH berurutan dan pH tertinggi berada pada titik 3 yaitu 8,45. Adapun grfaik nilai pH pada ketiga titik dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



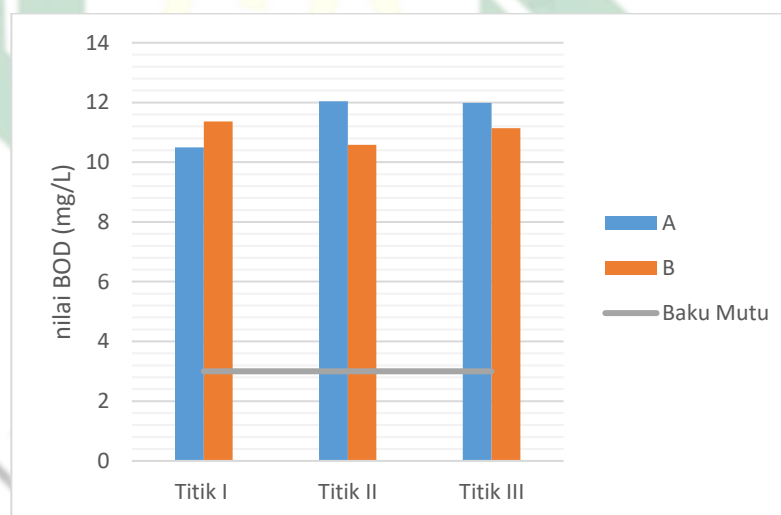
Gambar 4. 19 Grafik Hasil Parameter PH Sungai Tambak Rejo

Berdasarkan hasil gambar grafik diatas pengukuran nilai pH yang paling besar didapatkan pada titik III a sebesar 8,45. Jika dilihat pada tabel 4.11 nilai pH per titiknya memiliki perbedaan yang cukup signifikan, jika ditinjau dari pengamatan air sungai saat sampling kesetimpangan ini dipengaruhi oleh beberapa faktor, limbah yang terlarut pada air juga mempengaruhi kesetimbangan nilai pH. Hal ini juga didukung oleh pernyataan (Syuhada dkk., 2017) adanya buangan limbah dari rumah tangga membuat perairan menjadi bersifat asam, perairan dengan pH

rendah dan bersifat asam mengakibatkan pertumbuhan biota menjadi terhambat dan membuat biota di dalamnya menjadi sensitif. Walau hasil pH pada penelitian ini masih memenuhi baku mutu tidak menutup kemungkinan terjadinya pencemaran pada parameter fisik-kimia air yang ada pada badan air sungai.

2. Biochemical Oxygen Demand (BOD)

Hasil pengukuran BOD pada titik I – III melebihi baku mutu kualitas air sungai kelas II, dapat dilihat pada **tabel 4.11** bahwa nilai BOD yang terdapat pada titik I sebesar 10,5 mg/L -11,36 mg/L titik II sebesar 12,04 mg/L - 10,58 mg/L dan titik III sebesar 11,99 mg/L - 11,14 mg/L. nilai BOD tertinggi berada pada titik 2 yaitu 12,04 mg/L. Adapun grafik nilai BOD pada ketiga titik dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



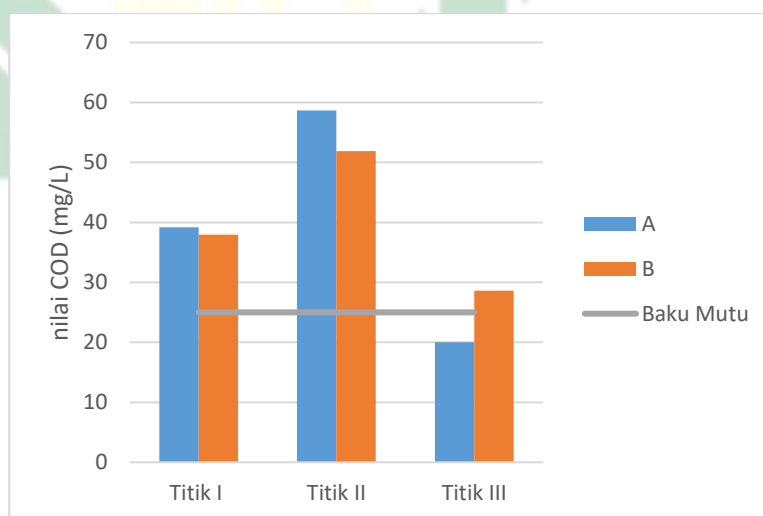
Gambar 4. 20 Grafik Hasil BOD Sungai Tambak Rejo

BOD menunjukkan jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh organisme hidup untuk memecah atau mengoksidasi bahan buangan/ pencemar di dalam air (Fardiaz, 1992 dalam Atima 2015). Nilai BOD yang didapat pada titik II melebihi baku mutu air sungai dikarenakan adanya nilai biologis yang lebih tinggi dibandingkan dengan titik I dan III hal ini didukung adanya perubahan warna air sungai pada titik II dimana sungai berwarna

hijau dibandingkan dengan titik I dan titik III. hal ini juga sesuai dengan pernyataan Anggoro (1996) dalam Prameswari (2021) peningkatan bahan pencemar organik yang ditimbulkan akan mengakibatkan proses dekomposisi oleh organisme biota air untuk mengurai semakin meningkat sehingga terjadi peningkatan BOD.

3. Chemical Oxygen Demand (COD)

Hasil pengukuran COD pada titik I – II melebihi baku mutu kualitas air sungai kelas II, dapat dilihat pada **tabel 4.11** bahwa nilai COD yang terdapat pada titik I sebesar 39,2 mg/L -37,95 mg/L titik II sebesar 58,67 mg/L – 51,88 mg/L, nilai COD pada titik III b aliran sungai bagian kanan melebihi baku mutu kelas II, nilai COD titik III sebesar 20,01 mg/L - 28,61 mg/L. Adapun grafik nilai COD pada tiga titik dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



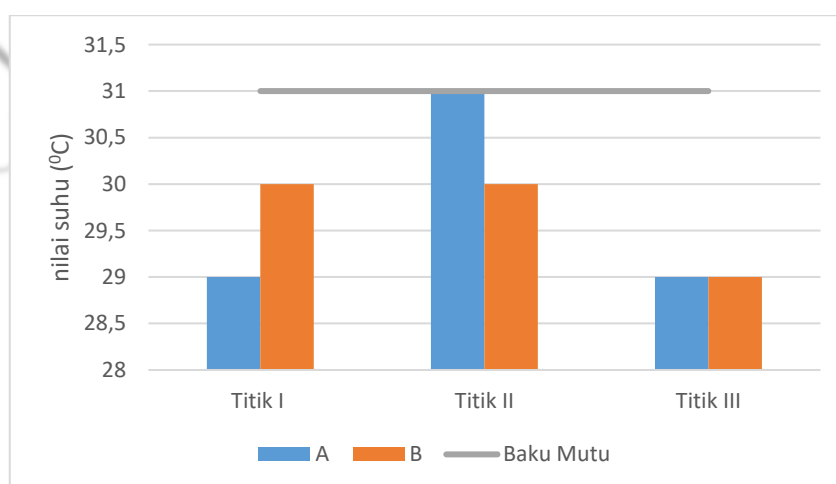
Gambar 4. 21 Grafik Hasil Parameter COD Sungai Tambak Rejo

Kebutuhan Oksigen Kimia (COD) menggambarkan jumlah total oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik secara kimiawi baik yang dapat didegradasi maupun yang susah

untuk didegradasi (Boyd, 1988 dalam Effendi, 2013). Nilai COD paling tinggi berada di titik II yang diakibatkan adanya effluent industri sehingga buangan limbah tersebut lebih tinggi nilainya. Nilai COD pada titik I di daerah hulu sungai memiliki nilai lebih tinggi pada titik III hal itu diduga adanya sedimentasi dari penumpukan sampah yang ada pada titik I, saat peninjauan kualitas air di lokasi terdapat penumpukan sampah dibantaran sungai yang diduga mempengaruhi nilai COD, hal ini juga didukung oleh pernyataan Prameswari (2021) degradasi bahan organik secara kimiawi susah untuk diuraikan, sehingga nilai chemical yang terurai oleh organisme lebih kecil.

4. Temperatur

Hasil pengukuran suhu dilakukan seara *insitu*, nilai parameter suhu pada titik I – III masih memenuhi baku mutu kualitas air sungai kelas II suhu yang ditolerir Dev yang berkisar pada nilai ($25^{\circ}\text{C} - 31^{\circ}\text{C}$). , dapat dilihat pada **tabel 4.11** bahwa nilai suhu yang terdapat pada titik I sebesar $29^{\circ}\text{C} - 30^{\circ}\text{C}$ titik II sebesar $31^{\circ}\text{C} - 30^{\circ}\text{C}$ dan titik III sebesar 29°C . nilai suhu tertinggi berada pada titik II yaitu $31^{\circ}\text{C} - 30^{\circ}\text{C}$. Adapun grafik nilai suhu pada ketiga titik dapat dilihat pada gambar dibawah ini :

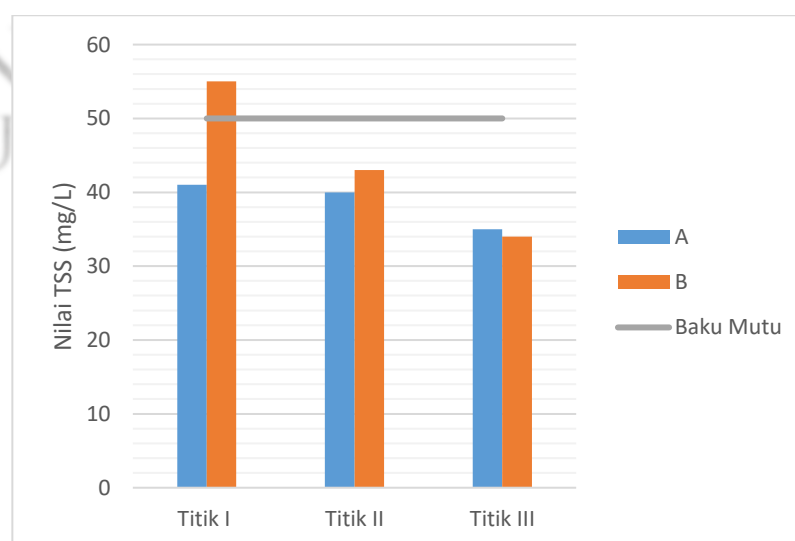


Gambar 4. 22 Grafik Hasil Parameter suhu Sungai Tambak Rejo

Pengukuran suhu pada Sungai Tambak Rejo menunjukkan perubahan yang signifikan, dikarenakan insensitas cahaya matahari dapat mempengaruhi suhu ketika cahaya matahari memasuki badan perairan, hasil pengukuran suhu pada tiga titik di Sungai Tambak Rejo berkisar antara 29 °C – 31 °C hal ini sesuai dengan teori dari Prameswari, (2021) bahwa jika perairan memiliki kerapatan vegetasi yang rendah maka suhu akan memiliki nilai yang tinggi. Suhu pada ketiga titik lokasi pengukuran tergolong hangat, diduga faktor cuaca yang berawan saat pengukuran menjadi salah satu sebab, menurut Ahdiaty & Fitriana, (2020) Suhu air yang hangat dapat disebabkan oleh cuaca disekitar lokasi penelitian.

5. Total Suspended Solid (TSS)

Hasil pengukuran TSS pada titik II – III masih memenuhi baku mutu kualitas air sungai kelas II, dapat dilihat pada **tabel 4.11** bahwa nilai TSS yang terdapat pada titik I sebesar 41 mg/L -55 mg/L titik II sebesar 40 mg/L – 43 mg/L dan titik III sebesar 35 mg/L – 34 mg/L. nilai TSS tertinggi berada pada titik I b (sisi bagian kanan) sungai yaitu 55 mg/L. Adapun grafik nilai TSS pada ketiga titik dapat dilihat pada gambar dibawah

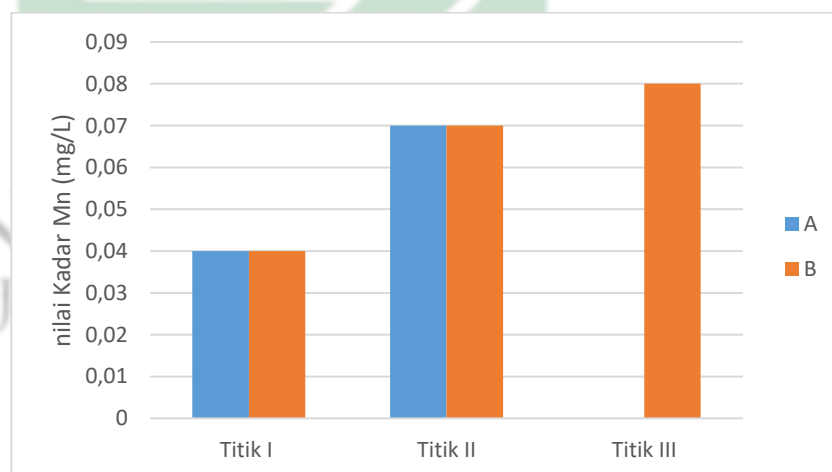


Gambar 4. 23 Grafik Hasil Parameter TSS Sungai Tambak Rejo

Pada gambar graik diatas hasil TSS pada titik I mendapatkan nilai yang tinggi hal ini diduga adanya endapan dikarenakan kondisi air Sungai Tambak Rejo pada saat pengambilan sampel cukup keruh karena adanya limpasan air yang berasal dari daratan berupa air dari saluran drainase hal ini juga sesuai dengan teori Prameswari (2021) apabila nilai TSS meningkat cukup signifikan maka dapat ditandai dengan keruhnya perairan, keruhnya perairan juga disebabkan terhadap pengendapan yang mengalami gangguan sehingga terjadi gesekan antara sedimen dengan masa air.

6. Kadar Mn

Hasil pengukuran kadar Mangan pada titik I – III masih baku mutu kualitas air sungai kelas II, dapat dilihat pada **tabel 4.11** bahwa nilai kadar mangan yang terdapat pada titik I sebesar 0,04 mg/L titik II sebesar 0,07 mg/L dan titik III sebesar 0 - 0,08. nilai Adapun grafik nilai kadar mangan pada ketiga titik dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 4. 24 Grafik Hasil Parameter Kadar Mn Sungai Tambak Rejo

Diketahui bahwa kadar Mn Sungai Tambak Rejo masih memenuhi baku mutu kelas II. Pada hal ini dapat diartikan bahwa

kadar mangan di sungai Tambak Rejo, Sidoarjo sangat sedikit bahkan hampir tidak ada kadar mangan, pada umumnya air yang mengandung mangan berlebih disebabkan adanya kontak langsung antara air tersebut dengan lapisan tanah yang mengandung Mn, salah satu contohnya adalah air tanah bekas pertambangan karena pada air tanah bekas pertambangan minim akan oksigen terlarut, menurut Sinambela (2020) perairan yang memiliki kadar oksigen rendah akan ditemukan mangan dalam konsentrasi tinggi. Dari beberapa parameter diatas, dapat kita ketahui bahwa terdapat kerusakan pada perairan Sungai Tambak Rejo dengan tingginya nilai yang didapat bahkan melebihi nilai baku mutu kualitas air sungai, dalam hal ini jika air sungai tidak dilakukan pemantauan baik itu pemantauan secara fisik-kimia air, maupun pemantauan secara biologi dengan menggunakan makroinvertebrata maka akan terus tercemar, limbah akan terus terlarut ke dalam air sungai dan akan membuat sungai semakin kehilangan kualitas, kehilangan fungsi dan peruntukannya maka disinilah teguran dari ayat Allah yang mengingatkan kita untuk terus menjaga kelestarian di muka bumi sebagaimana dalam ayat Al – Qur'an Surat Al- A'raf 56-58 yang menerangkan tentang larang membuat kerusakan di bumi.

وَلَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا وَادْعُوهُ خَوْفًا وَطَمَعًا إِنَّ رَحْمَتَ اللَّهِ قَرِيبٌ مِّنَ الْمُحْسِنِينَ (56) وَهُوَ الَّذِي يُرْسِلُ الرِّيَّاحَ بُشْرًا بَيْنَ يَدَيْ رَحْمَتِهِ حَتَّىٰ إِذَا أَقْلَّتْ سَحَابًا ثِقَالًا سُفِّتْهُ لِبَلَدٍ مَّيِّتٍ فَأَنْزَلْنَا بِهِ الْمَاءَ فَأَخْرَجْنَا بِهِ مِنْ كُلِّ الثَّمَرَاتِ كَذَلِكَ نُخْرِجُ الْمَوْتَىٰ لَعَلَّكُمْ تَذَكَّرُونَ (57) وَالْبَلَدُ الطَّيِّبُ يَخْرُجُ نَبَاتُهُ بِإِذْنِ رَبِّهِ وَالَّذِي خَبثَ لَا يَخْرُجُ إِلَّا نَكْدًا كَذَلِكَ نُصَرِّفُ الْآيَاتِ لِقَوْمٍ يَشْكُرُونَ (58).

Artinya :

“Dan janganlah kamu berbuat kerusakan di bumi setelah (diciptakan) dengan baik. Berdo'alah kepada-Nya dengan rasa

takut dan penuh harap. Sesungguhnya rahmat Allah sangat dekat kepada orang yang berbuat kebaikan (56). Dialah yang meniupkan angin sebagai pembawa kabar gembira, mendahului kedatangan Rahmat-Nya (hujan), sehingga apabila angin itu membawa mendung, kami halau ke suatu daerah yang tandus, lalu kami turunkan hujan di daerah itu. Kemudian kami tumbuhkan dengan hujan itu berbagai macam buah-buahan. Sepertiitulah kami membangkitkan orang yang telah mati, mudah-mudahan kamu mengambil pelajaran (57).

4.3 Kualitas Air Sungai Tambak Rejo Berdasarkan Struktur Makroinvertebrata

Makroinvertebrata merupakan hewan yang dapat dilihat dengan kasat mata, dimana makroinvertebrata merupakan komponen biotik pada ekosistem perairan karena memiliki sifat-sifat sebagai berikut :

1. Sangat peka terhadap perubahan kualitas air tempat hidupnya, sehingga akan mempengaruhi komposisi dan kelimpahannya
2. Ditemukan hampir di semua perairan
3. Jenisnya cukup banyak dan memberikan respon yang berbeda akibat gangguan yang berbeda pula
4. Mudah dikumpulkan dan diidentifikasi sampai tingkat famili

Pada penelitian ini pemantauan kualitas sungai Tambak Rejo dilakukan dengan mengidentifikasi makroinvertebrata, dan melakukan pengukuran menggunakan 2 metode yaitu metode indeks biotik dan metode indeks biotik (BMWP-ASPT). Pada sub bab dibawah ini akan dijelaskan lebih lanjut kualitas air sungai Tambak Rejo berdasarkan struktur makroinvertebrata.

4.3.1 Analisis Kualitas Air Sungai Tambak Rejo Berdasarkan Indeks Kelimpahan

Pemantauan kualitas air sungai yang biasanya dilakukan melalui analisis sifat fisik – kimia air adakalanya sulit diandalkan karena bahan pencemar bisa cepat terlarut dalam air dan sungai bisa memulihkan bahan pencemar yang terkandung, hal ini mendorong dilakukannya sistem

biologis dengan menghitung indeks kelimpahan makroinvertebrata yang tingkat sensitivitasnya dan toleransinya bergantung pada kondisi perairan. Adapun hasil analisa indeks kelimpahan makroinvertebrata tiap titiknya akan ditampilkan pada rumus dan tabel dibawah ini :

$$Ki = \frac{Ni}{A}$$

$$Ki = \frac{34}{10}$$

Ki = 3,4 (1-10 termasuk kategori kelimpahan kurang)

Tabel 4. 12 Indeks Kelimpahan Makroinvertebrata Pada Titik I

No	Nama Family	Jumlah Individu (ni)		Luas Area Titik I	Ki		Tolak Ukur Indeks Kelimpahan
		Titik I A	Titik I B		Titik I A	Titik I B	
1	Hydrophilidae-Larva	34	-	10	3,4	-	1 - 10 (Kriteria Kelimpahan Kurang)
2	Chronomidae Merah	33	12		3,3	1,2	
3	Prosopistomatidae	12	12		1,2	1,2	
4	Polycentropodidae	11	17		1,1	1,7	
5	Coenagrionidae-A	5	-		0,5	-	
6	Psychomyiidae	4	-		0,4	-	
7	Tanidaridae	1	-		0,1	-	
8	Viviparidae	1	-		0,1	-	
9	Thiaridae-B	1	-		0,1	-	
10	Gyrinidae-Larva	-	56		-	5,6	
11	Stratiomyidae	-	5		-	0,5	
Jumlah		102	102		10,2	10,2	

Tabel 4. 13 Indeks Kelimpahan Makroinvertebrata Pada Titik II

No	Nama Family	Jumlah Individu (ni)		Luas Area Titik II	Ki		Tolak Ukur Indeks Kelimpahan
		Titik II A	Titik II B		Titik II A	Titik II B	
1	Hydrophilidae-Larva	28	35	32	0,88	0,45	1 - 10 (Kriteria Kelimpahan Kurang)
2	Lampyridae- Larva	27	-		0,84		
3	Typhulidae-A	22	28		0,69	0,36	
4	Prosopistomatidae	12	3		0,38	0,04	
5	Physycomidae	11	-		0,34		
6	Physidae	2	-		0,06		
7	Pyrilidae	-	16			0,50	
8	Erpobdellidae	-	12			0,38	
9	Polycentropodidae	-	6			0,19	
10	Thiaridae-B	-	2			0,06	
Jumlah		102	102		3,19	1,97	

Tabel 4. 14 Indeks Kelimpahan Makroinvertebrata Pada Titik III

No	Nama Family	Jumlah Individu (ni)		Luas Area Titik III	Ki		Tolak Ukur Indeks Kelimpahan
		Titik III A	Titik III B		Titik III A	Titik III B	
1	Prosopistomatidae	38	14	78	0,49	0,18	1 - 10 (Kriteria Kelimpahan Kurang)
2	Lampyridae- Larva	22	-		0,28		
3	Hydrophilidae- Larva	16	33		0,21	0,42	
4	Polycentropodidae	15	48		0,19	0,62	
5	Philopotamidae	7	-		0,09		
6	Planorbidae	3	-		0,04		
7	Viviparidae	1	-		0,01		
8	Heptagenidae-A	-	6			0,08	
9	Thiaridae- A	-	1			0,01	
Jumlah		102	102		1,31	1,31	

Pada titik I–III mendapatkan hasil kriteria kelimpahan kurang pada tiap spesiesnya, akan tetapi pada titik I memiliki nilai kelimpahan tertinggi dari titik lainnya yakni 10,2 melimpahnya spesie makroinvertebrata pada titik I diduga saat pengambilan sampel makroinvertebrata masih banyak terdapat substrat di bantaran sungai menurut (Rustiasih dkk., 2018) melimpahnya spesies makroinvertebrata diduga karena substrat dasar perairan berupa lempung yang sesuai dengan makroinvertebrata tersebut.

4.3.2 Analisis Kualitas Air Sungai Tambak Rejo Berdasarkan Indeks Keanekaragaman

Pemantauan indeks keanekaragaman dilakukan pada makroinvertebrata yang tingkat sensitivitasnya dan toleransinya bergantung pada kondisi perairan. Adapun hasil analisa indeks keanekaragaman makroinvertebrata tiap titiknya akan ditampilkan pada rumus dan tabel dibawah ini :

$$H' = \sum Pi \ln Pi$$

= 0,33 X (-1,10) = 0,37. H' jika ditotal keseluruha pada 1 titik maka mendapatkan hasil 1,63 $1,0 < H' < 3,32$ (Produktivitas cukup, kondisi ekosistem cukup seimbang, tekanan ekologis sedang

Tabel 4. 15 Indeks Keanekaragaman Titik I

No	Nama Family	Jumlah Individu (ni)		Pi		Ln (Pi)		H'		Tolak Ukur Indeks Keanekaragaman
		Titik I A	Titik I B	Titik IA	Titik IB	Titik IA	Titik IB	Titik IA	Titik IB	
1	Hydrophilidae-Larva	34	-	0,33	-	-1,10	-	0,37	-	1,0 < H' < 3,32 (Produktivitas cukup, kondisi ekosistem cukup seimbang, tekanan ekologis sedang).
2	Chronomidae Merah	33	12	0,32	0,12	-1,13	-2,14	0,37	0,25	
3	Prosopistomatidae	12	12	0,12	0,12	-2,14	-2,14	0,25	0,25	
4	Polycentropodidae	11	17	0,11	0,17	-2,23	-1,79	0,24	0,30	
5	Coenagrionidae-A	5	-	0,05	-	-3,02	-	0,15	-	
6	Psychomyiidae	4	-	0,04	-	-3,24	-	0,13	-	
7	Tanidaridae	1	-	0,01	-	-4,62	-	0,05	-	
8	Viviparidae	1	-	0,01	-	-4,62	-	0,05	-	
9	Thiaridae-B	1	-	0,01	-	-4,62	-	0,05	-	
10	Gyrinidae-Larva	-	56	-	0,55	-	-0,60	-	0,33	
11	Stratiomyidae	-	5	-	0,05	-	-3,02	-	0,15	
Jumlah		102	102					1,63	1,28	

Tabel 4. 16 Indeks Keanekaragaman Makroinvertebrata Pada Titik II

No	Nama Family	Jumlah Individu (ni)		Pi		In (Pi)		H'		Tolak Ukur Indeks Keanekaragaman
		Titik II A	Titik II B	Titik IIA	Titik IIB	Titik II A	Titik II B	Titik II A	Titik II B	
1	Hydrophilidae-Larva	28	35	0,27	0,34	-1,29	-1,07	0,35	0,37	1,0 < H' < 3,32 (Produktivitas cukup, kondisi ekosistem cukup seimbang, tekanan ekologis sedang).
2	Lampyridae- Larva	27	-	0,26	-	-1,33	-	0,35	-	
3	Typhulidae-A	22	28	0,22	0,27	-1,53	-1,29	0,33	0,35	
4	Prosopistomatidae	12	3	0,12	0,03	-2,14	-3,53	0,25	0,10	
5	Physycomidae	11	-	0,11	-	-2,23	-	0,24	-	
6	Physidae	2	-	0,02	-	-3,93	-	0,08	-	
7	Pyralidae	-	16	-	0,16	-	-1,85	-	0,29	
8	Erpobdellidae	-	12	-	0,12	-	-2,14	-	0,25	
9	Polycentropodidae	-	6	-	0,06	-	-2,83	-	0,17	
10	Thiaridae-B	-	2	-	0,02	-	-3,93	-	0,08	
Jumlah		102	102					1,61	1,61	

Tabel 4. 17 Indeks Keanekaragaman Makroinvertebrata Pada Titik III

No	Nama Family	Jumlah Individu (ni)		Pi		In (Pi)		H'		Tolak Ukur Indeks Keanekaragaman
		Titik III A	Titik III B	Titik III A	Titik III B	Titik III A	Titik III B	Titik III A	Titik III B	
1	Prosopistomatidae	38	14	0,37	0,14	-0,99	-1,99	0,37	0,27	1,0 < H' < 3,32 (Produktivitas cukup, kondisi ekosistem cukup seimbang, tekanan ekologis sedang).
2	Lampyridae- Larva	22	-	0,22	-	-1,53	-	0,33	-	
3	Hydrophilidae- Larva	16	33	0,16	0,32	-1,85	-1,13	0,29	0,37	
4	Polycentropodidae	15	48	0,15	0,47	-1,92	-0,75	0,28	0,35	
5	Philopotamidae	7	-	0,07	-	-2,68	-	0,18	-	
6	Planorbidae	3	-	0,03	-	-3,53	-	0,10	-	
7	Viviparidae	1	-	0,01	-	-4,62	-	0,05	-	
8	Heptagenidae-A	-	6	-	0,06	-	-2,83	-	0,17	
9	Thiaridae- A	-	1	-	0,01	-	-4,62	-	0,05	
Jumlah		102	102					1,60	1,20	

Pada titik I –III mendapatkan hasil kriteria keanekaragaman Produktivitas cukup, kondisi ekosistem cukup seimbang, tekanan ekologis sedang pada tiap spesiesnya, akan tetapi pada titik II memiliki nilai keanekaragaman tertinggi dari titik lainnya yakni 16,2 menurut Rustiasih dkk, (2018) menyatakan bahwa apabila keanekaragaman dikategorikan sedang maka tingkat pencemaran berada pada kondisi ringan sampai sedang.

4.3.3 Analisa Kualitas Air Sungai Tambak Rejo Berdasarkan Indeks Keseragaman.

Pemantauan keseragaman makroinvertebrata pada sungai Tambak Rejo yang tingkat sensitivitasnya dan toleransinya bergantung pada kondisi perairan. Adapun hasil analisa indeks keseragaman makroinvertebrata tiap titiknya akan ditampilkan pada rumus dan tabel dibawah ini :

$$E = \frac{H}{H \text{ MAX}}$$

$$E = \frac{1,63}{102}$$

E = 0,81 dengan kategori tinggi

Tabel 4. 18 Indeks Keseragaman Makroinvertebrata Pada Titik I

No.	Lokasi	H'	H Max	E	Tolak Ukur Indeks Keseragaman
1	Titik I A	1,63	102	0,81	0,75 < E < 1,00 Tinggi
2	Titik I B	1,28		0,64	

Tabel 4. 19 Indeks Keseragaman Makroinvertebrata Pada Titik II

No.	Lokasi	H'	H Max	E	Tolak Ukur Indeks Keseragaman
1	Titik II A	1,61	102	0,80	0,75 < E < 1,00 Tinggi
2	Titik II B	1,61		0,80	

Tabel 4. 20 Indeks Keseragaman Makroinvertebrata Pada Titik III

No.	Lokasi	H'	H Max	E	Tolak Ukur Indeks Keseragaman
1	Titik III A	1,60	102	0,80	0,75 < E < 1,00 Tinggi
2	Titik III B	1,20		0,60	

Pada titik I –III mendapatkan hasil kriteria keseragaman tinggi, nilai keseragaman makroinvertebrata memiliki hubungan erat dengan nilai keanekaragaman makroinvertebrata pada tiap stasiun, menurut Ariani dkk (2020) nilai keseragaman spesies dapat menunjukkan kondisi suatu perairan, indeks keseragaman yang tinggi menunjukkan kondisi perairan masih tergolong stabil.

4.3.4 Analisa Kualitas Air Sungai Tambak Rejo pada Titik III Berdasarkan Indeks Dominansi.

Pemantauan kualitas air sungai yang biasanya dilakukan melalui analisis sifat fisik – kimia air adakalanya sulit diandalkan karena bahan pencemar bisa cepat terlarut dalam air dan sungai bisa memulihkan bahan pencemar yang terkandung, hal ini mendorong dilakukannya sistem biologis dengan menghitung indeks dominansi makroinvertebrata yang tingkat sensitivitasnya dan toleransinya bergantung pada kondisi perairan. Adapun hasil analisa indeks dominansi makroinvertebrata tiap titiknya akan ditampilkan pada rumus dan tabel dibawah ini :

Pada Titik I B =

$$D = 1 - \sum (P_i)^2$$

$$D = 1 - (0,12)^2$$

D = 0,99 dibulatkan menjadi 1, artinya terdapat spesies yang mendominasi

Tabel 4. 21 Indeks Dominansi Makroinvertebrata Pada Titik I

No	Nama Family	Jumlah Individu (ni)		Pi		D		Tolak Ukur Indeks Dominansi
		Titik I A	Titik I B	Titik IA	Titik IB	Titik I A	Titik I B	
1	Hydrophilidae-Larva	34	-	0,33	-	0,89	-	Jika D = 1, terdapat spesies yang mendominasi
2	Chronomidae Merah	33	12	0,32	0,12	0,90	0,99	
3	Prosopistomatidae	12	12	0,12	0,12	0,99	0,99	
4	Polycentropodidae	11	17	0,11	0,17	0,99	0,97	
5	Coenagrionidae-A	5	-	0,05	-	1,00	-	
6	Psychomyiidae	4	-	0,04	-	1,00	-	
7	Tanidaridae	1	-	0,01	-	1,00	-	
8	Viviparidae	1	-	0,01	-	1,00	-	
9	Thiaridae-B	1	-	0,01	-	1,00	-	
10	Gyrinidae-Larva	-	56	-	0,55	-	0,70	
11	Stratiomyidae	-	5	-	0,05	-	1,00	
Jumlah		102	102			0,97	0,93	

Tabel 4. 22 Indeks Dominansi Makroinvertebrata Pada Titik II

No	Nama Family	Jumlah Individu (ni)		Pi		D		Tolak Ukur Indeks Dominansi
		Titik II A	Titik II B	Titik IIA	Titik IIB	Titik II A	Titik II B	
1	Hydrophilidae-Larva	28	35	0,27	0,34	0,92	0,88	Jika D = 1, terdapat spesies yang mendominasi
2	Lampyridae- Larva	27	-	0,26	-	0,93	-	
3	Typhulidae-A	22	28	0,22	0,27	0,95	0,92	
4	Prosopistomatidae	12	3	0,12	0,03	0,99	1,00	
5	Physycomidae	11	-	0,11	-	0,99	-	
6	Physidae	2	-	0,02	-	1,00	-	
7	Pyralidae	-	16	-	0,16	-	0,98	
8	Erpobdellidae	-	12	-	0,12	-	0,99	
9	Polycentropodidae	-	6	-	0,06	-	1,00	
10	Thiaridae-B	-	2	-	0,02	-	1,00	
Jumlah		102	102			0,96	0,97	

Tabel 4. 23 Indeks Dominansi Makroinvertebrata Pada Titik III

No	Nama Family	Jumlah Individu (ni)		Pi		D		Tolak Ukur Indeks Dominansi
		Titik III A	Titik II I B	Titik III A	Titik III B	Titik III A	Titik III B	
1	Prosopistomatidae	38	14	0,37	0,14	0,86	0,98	Jika D = 1, terdapat spesies yang mendominasi
2	Lampyridae- Larva	22	-	0,22	-	0,95	-	
3	Hydrophilidae- Larva	16	33	0,16	0,32	0,98	0,90	
4	Polycentropodidae	15	48	0,15	0,47	0,98	0,78	
5	Philopotamidae	7	-	0,07	-	1,00	-	
6	Planorbidae	3	-	0,03	-	1,00	-	
7	Viviparidae	1	-	0,01	-	1,00	-	
8	Heptagenidae-A	-	6	-	0,06		1,00	
9	Thiaridae- A	-	1	-	0,01		1,00	
Jumlah		102	102			0,97	0,93	

Pada titik I –III mendapatkan hasil terdapat spesies dominansi, nilai dominansi yang tinggi ini diduga berhubungan erat dengan keanekaragaman dan keseragaman makroinvertebrata, makroinvertebrata yang masih mendominasi perairan bisa diartikan bahwa perairan masih memiliki kestabilan ekosistem yang baik.

4.4 Kualitas Air Berdasarkan Indeks Biotilik

Pada tahap ini yaitu tahap analisis kualitas perairan sungai Tambak Rejo dengan struktur makroinvertebrata berdasarkan indeks biotilik, dimana dilakukan dengan menghitung 4 parameter biotilik, yaitu :

1. Keragaman jenis famili
2. Keragaman jenis EPT
3. Persentase kelimpahan EPT
4. Indeks biotilik yang diberi skor

Pada sub bab dibawah ini maka akan dijelaskan lebih lanjut analisis kualitas perairan sungai Tambak Rejo berdasarkan indeks biotilik.

4.4.1 Analisis Kualitas Perairan Sungai Tambak Rejo Berdasarkan Indeks Biotilik pada Titik I

Setelah diidentifikasi maka dihitung sesuai perhitungan indeks biotilik, berikut ini adalah rumus pemeriksaan biotilik, total

keseluruhan individu yang ditemukan di titik I Sungai Tambak Rejo sebanyak 204, total keseluruhan tersebut akan dihitung dengan menggunakan skoring identifikasi indeks biotilik dengan jumlah yang telah ditemukan, adapun perhitungan menggunakan **Rumus 2.1** akan dijabarkan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Indeks Biotilik titik I A} &= \frac{250}{102} \\ &= 2,45 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Indeks Biotilik titik I B} &= \frac{289}{102} \\ &= 2,83 \end{aligned}$$

Adapun hasil yang terdapat pada titik I di Sungai Tambak Rejo yang akan ditampilkan pada tabel dibawah ini :

Tabel 4. 24 Indeks Biotilik Titik I A Sungai Tambak Rejo

No.	Nama Famili	Skor BIOTILIK	Jumlah Individu	ti x ni
		(ti)	(ni)	
EPT				
1	Polycentropodidae	3	11	33
2	Psychomyiidae	4	4	16
3	Prosopistomatidae	4	12	48
Subtotal EPT (n EPT)				
Non EPT				
1	Viviparidae	2	1	2
2	Thiaridae-B	2	1	2
3	Coenagrionidae-A	2	5	10
4	Tanidaridae	4	1	4
5	Chironomidae Merah	1	33	33
6	Hydrophilidae-Larva	3	34	102
Subtotal Non-EPT				
JUMLAH			102	250
Persentase Kelimpahan EPT (n EPT / N)				
INDEKS BIOTILIK (X/N)			2,45	

Tabel 4. 25 Indeks Biotilik Titik I B Sungai Tambak Rejo

No.	Nama Famili	Skor BIOTILIK	Jumlah Individu	ti x ni
		(ti)	(ni)	
EPT				
1	Polycentropodidae	3	17	51
2	Prosopistomatidae	4	12	48
Subtotal EPT (n EPT)				
Non EPT				
1	Stratiomyidae	2	5	10
2	Chronomidae Merah	1	12	12
3	Gyrinidae-Larva	3	56	168
Subtotal Non-EPT				
JUMLAH			102	289
Persentase Kelimpahan EPT (n EPT / N)				
INDEKS BIOTILIK (X/N)			2,83	

Dari tabel diatas kemudian dianalisis menggunakan 4 parameter, setelah didapat total keseluruhan parameter maka dicari nilai rata-rata yang menentukan kualitas air sungai pada titik I dengan menghitung indeks biotilik maka diakhiri dengan penentuan nilai rata-rata kualitas mutu air, perhitungan nilai rata-rata titik I akan dijabarkan sebagai berikut :

$$\text{Skor Rata – rata titik I A} = \frac{10}{4} = 2 \text{ (Tercemar Sedang)}$$

$$\text{Skor rata – rata titik I B} = \frac{9}{4} = 2,25 \text{ (Tercemar Sedang)}$$

Adapun tabel akan dijelaskan seperti dibawah ini :

Tabel 4. 26 Skor Biotilik Penilaian Kualitas Air Titik I A

Parameter	Skor				SKOR
	4	3	2	1	
Keragaman Jenis Famili	>13	10- 13	7-9	<7	2
Keragaman Jenis EPT	>7	3-7	1-2	0	3
% Kelimpahan EPT	>40%	>15 – 40 %	>0 – 15 %	0%	3
Indeks BIOTILIK	3,3 – 4,0	2,6 – 3,2	1,8 – 2,5	1,0 – 1,7	2
Total Skor					10
Skor Rata-Rata (Total Skor / 4)					2,5
Kriteria Kualitas Air	Tidak Tercemar	Tercemar Ringan	Tercemar Sedang	Tercemar Berat	2 (Tercemar Sedang)
SKOR Rata-rata	3,3 – 4,0	2,6 – 3,2	1,8 – 2,5	1,0 – 1,7	

Tabel 4. 27 Skor Biotilik Penilaian Kualitas Air Titik I B

Parameter	Skor				SKOR
	4	3	2	1	
Keragaman Jenis Famili	>13	10- 13	7-9	<7	1
Keragaman Jenis EPT	>7	3-7	1-2	0	2
% Kelimpahan EPT	>40%	>15 – 40 %	>0 – 15 %	0%	3
Indeks BIOTILIK	3,3 – 4,0	2,6 – 3,2	1,8 – 2,5	1,0 – 1,7	3
Total Skor					9
Skor Rata-Rata (Total Skor / 4)					2,25
Kriteria Kualitas Air	Tidak Tercemar	Tercemar Ringan	Tercemar Sedang	Tercemar Berat	2 (Tercemar Sedang)
SKOR Rata-rata	3,3 – 4,0	2,6 – 3,2	1,8 – 2,5	1,0 – 1,7	

Analisis kualitas air sungai Tambak Rejo pada titik I memiliki nilai rata- rata 2 - 2,25 dimana kategori tersebut berarti kondisi Sungai Tambak Rejo pada titik I termasuk dalam kriteria kualitas air tercemar sedang, hal ini juga didukung dengan adanya limbah domestik yang mengakibatkan air berwarna keruh akibat adanya aktivitas manusia

yang terdapat pada bantaran sungai yang ada pada titik I dan didapatkannya familia EPT yang lebih banyak ditemukan karena kehadiran familia ini bergantung dari vegetasi sepanjang aliran sungai (Syuhada dkk., 2017).

4.4.2 Analisis Kualitas Perairan Sungai Tambak Rejo Berdasarkan Indeks Biotilik pada Titik II

Berikut ini adalah hasil dari perhitungan indeks biotilik yang terdapat pada titik II, total keseluruhan individu yang ditemukan di titik II Sungai Tambak Rejo sebanyak 204. Total keseluruhan individu tersebut akan dihitung dengan menggunakan skoring identifikasi indeks biotilik dengan jumlah yang telah ditemukan, adapun perhitungan menggunakan **Rumus 2.1** akan dijabarkan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Indeks Biotilik titik II A} &= \frac{327}{102} \\ &= 3,21 \\ \text{Indeks Biotilik titik II B} &= \frac{283}{102} \\ &= 2,77 \end{aligned}$$

Adapun hasil pemantauan kualitas air di Sungai Tambak Rejo yang akan ditampilkan pada tabel dibawah ini :

Tabel 4. 28 Indeks Biotilik Titik II A Sungai Tambak Rejo

No.	Nama Famili	Skor BIOTILIK	Jumlah Individu	ti x ni
		(ti)	(ni)	
EPT				
1	Psychomidae	4	11	44
2	Prosopistomatidae	4	12	48
	Subtotal EPT (n EPT)			
Non EPT				
1	Physidae	2	2	4
2	Hydrophilidae-Larva	3	28	84
3	Typhulidae	3	22	66
4	Lampyridae- Larva	3	27	81

	Subtotal Non-EPT		
JUMLAH		102	327
Persentase Kelimpahan EPT (n EPT / N)			
INDEKS BIOTILIK (X/N)		3,21	

Tabel 4. 29 Indeks Biotilik Titik II B Sungai Tambak Rejo

No	Nama Famili	Skor BIOTILIK	Jumlah Individu	ti x ni
		(ti)	(ni)	
EPT				
1	Polycentropodidae	3	6	18
2	Prosopistomatidae	4	3	12
Subtotal EPT (n EPT)				
Non EPT				
1	Pyralidae	3	16	48
2	Typulidae - A	3	28	84
3	Thiaridae - B	2	2	4
4	Erpobdellidae	1	12	12
5	Hydrophilidae- Larva	3	35	105
Subtotal Non-EPT				
JUMLAH			102	283
Persentase Kelimpahan EPT (n EPT / N)				
INDEKS BIOTILIK (X/N)			2,77	

Dari tabel diatas yang telah dianalisis menggunakan 4 parameter, setelah didapat total keseluruhan parameter maka dicari nilai rata-rata yang menentukan kualitas air sungai pada titik II dengan penentuan nilai rata-rata kualitas mutu air, perhitungan nilai rata-rata titik II akan dijabarkan sebagai berikut :

$$\text{Skor Rata – rata titik II A} = \frac{9}{4} = 2,25 \text{ (Tercemar Sedang)}$$

$$\text{Skor rata – rata titik II B} = \frac{10}{4} = 2 \text{ (Tercemar Sedang)}$$

Adapun hasil pemantauan kualitas air di Sungai Tambak Rejo yang akan ditampilkan pada tabel dibawah ini :

Tabel 4. 30 Skor Biotilik Penilaian Kualitas Air Titik II A

Parameter	Skor				SKOR
	4	3	2	1	
Keragaman Jenis Famili	>13	10- 13	7-9	<7	1
Keragaman Jenis EPT	>7	3-7	1-2	0	2
%Kelimpahan EPT	>40%	>15 – 40 %	>0 – 15 %	0%	3
Indeks BIOTILIK	3,3 – 4,0	2,6 – 3,2	1,8 – 2,5	1,0 – 1,7	3
Total Skor					9
Skor Rata-Rata (Total Skor / 4)					2,25
Kriteria Kualitas Air	Tidak Tercemar	Tercemar Ringan	Tercemar Sedang	Tercemar Berat	2 (Tercemar Sedang)
SKOR Rata-rata	3,3 – 4,0	2,6 – 3,2	1,8 – 2,5	1,0 – 1,7	

Tabel 4. 31 Skor Biotilik Penilaian Kualitas Air Titik II B

Parameter	Skor				SKOR
	4	3	2	1	
Keragaman Jenis Famili	>13	10- 13	7-9	<7	2
Keragaman Jenis EPT	>7	3-7	1-2	0	2
%Kelimpahan EPT	>40%	>15 – 40 %	>0 – 15 %	0%	3
Indeks BIOTILIK	3,3 – 4,0	2,6 – 3,2	1,8 – 2,5	1,0 – 1,7	3
Total Skor					10
Skor Rata-Rata (Total Skor / 4)					2,5
Kriteria Kualitas Air	Tidak Tercemar	Tercemar Ringan	Tercemar Sedang	Tercemar Berat	2 (Tercemar Sedang)
SKOR Rata-rata	3,3 – 4,0	2,6 – 3,2	1,8 – 2,5	1,0 – 1,7	

Analisis kualitas air sungai Tambak Rejo pada titik II memiliki nilai rata- rata 2 – 2,25 dimana kategori tersebut berarti kondisi Sungai Tambak Rejo pada titik II termasuk dalam kriteria kualitas air tercemar sedang, hasil analisis pada parameter fisika-kimia yang di dapat pada titik II juga menunjukkan kualitas air sungai dan adanya endapan yang ada pada titik II yang disebabkan oleh limbah pabrik sehingga air Sungai Tambak Rejo berwarna keruh dan hijau, hal ini juga didukung dengan jurnal menurut (Fabanjo, 2021) yang

berpendapat bahwa makroinvertebrata sejenis Larva merupakan biota yang sangat toleran terhadap kualitas air yang buruk dengan kelimpahan yang tinggi.

4.4.3 Analisis Kualitas Perairan Sungai Tambak Rejo Berdasarkan Indeks Biotilik pada Titik III

Berikut ini adalah hasil dari perhitungan indeks biotilik yang terdapat pada titik III di Sungai Tambak Rejo total Keseluruhan individu yang ditemukan di titik III Sungai Tambak Rejo sebanyak 204. Total keseluruhan individu tersebut akan dihitung dengan menggunakan skoring identifikasi indeks biotilik dengan jumlah yang telah ditemukan, adapun perhitungan menggunakan **Rumus 2.1** akan dijabarkan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Indeks Biotilik titik III A} &= \frac{347}{102} \\ &= 3,40 \\ \text{Indeks Biotilik titik III B} &= \frac{325}{102} \\ &= 3,18 \end{aligned}$$

Adapun hasil pemantauan kualitas air di Sungai Tambak Rejo yang akan ditampilkan pada tabel dibawah ini :

Tabel 4. 32 Indeks Biotilik Titik III A Sungai Tambak Rejo

No.	Nama Famili	Skor BIOTILIK	Jumlah Individu	ti x ni
		(ti)	(ni)	
EPT				
1	Polycentropodidae	3	15	45
2	Philopotamidae	4	7	28
3	Prosopistomatidae	4	38	152
Subtotal EPT (n EPT)				
Non EPT				
1	Viviparidae	2	1	2
2	Planorbidae	2	3	6
3	Hydrophilidae-Larva	3	16	48
4	Lampyridae- Larva	3	22	66
Subtotal Non-EPT				
JUMLAH			102	347
Persentase Kelimpahan EPT (n EPT / N)				
INDEKS BIOTILIK (X/N)			3,40	

Tabel 4. 33 Indeks Biotilik Titik III B Sungai Tambak Rejo

No.	Nama Famili	Skor BIOTILIK	Jumlah Individu	ti x ni
		(ti)	(ni)	
EPT				
1	Polycentropodidae	3	48	144
2	Heptagenidae-A	4	6	24
3	Prosopistomatidae	4	14	56
Subtotal EPT (n EPT)				
Non EPT				
1	Thiaridae- A	2	1	2
2	Hydrophilidae-Larva	3	33	99
Subtotal Non-EPT				
JUMLAH			102	325
Persentase Kelimpahan EPT (n EPT / N)				
INDEKS BIOTILIK (X/N)			3,186	

Dari tabel diatas yang telah dianalisis menggunakan 4 parameter, diakhiri dengan penentuan nilai rata- rata kualitas mutu air, perhitungan nilai rata- rata titik III akan dijabarkan sebagai berikut :

$$\text{Skor Rata – rata titik III A} = \frac{13}{4} = 3,25 \text{ (Tercemar Ringan)}$$

$$\text{Skor rata – rata titik III B} = \frac{10}{4} = 2,75 \text{ (Tercemar Ringan)}$$

Tabel skor biotilik penilaian kualitas air pada titik III akan ditampilkan pada tabel dibawah ini :

Tabel 4. 34 Skor Biotilik Penilaian Kualitas Air Titik III A

Parameter	Skor				SKOR
	4	3	2	1	
Keragaman Jenis Famili	>13	10- 13	7-9	<7	2
Keragaman Jenis EPT	>7	3-7	1-2	0	3
% Kelimpahan EPT	>40%	>15 – 40 %	>0 – 15 %	0%	4
Indeks BIOTILIK	3,3 – 4,0	2,6 – 3,2	1,8 – 2,5	1,0 – 1,7	4
Total Skor					13
Skor Rata-Rata (Total Skor / 4)					3,25
Kriteria Kualitas Air	Tidak Tercemar	Tercemar Ringan	Tercemar Sedang	Tercemar Berat	3,25 (Tercemar Ringan)
SKOR Rata-rata	3,3 – 4,0	2,6 – 3,2	1,8 – 2,5	1,0 – 1,7	

Tabel 4. 35 Skor Biotilik Penilaian Kualitas Air Titik III B

Parameter	Skor				SKOR
	4	3	2	1	
Keragaman Jenis Famili	>13	10- 13	7-9	<7	1
Keragaman Jenis EPT	>7	3-7	1-2	0	3
% Kelimpahan EPT	>40%	>15 – 40 %	>0 – 15 %	0%	4
Indeks BIOTILIK	3,3 – 4,0	2,6 – 3,2	1,8 – 2,5	1,0 – 1,7	3
Total Skor					11
Skor Rata-Rata (Total Skor / 4)					2,75
Kriteria Kualitas Air	Tidak Tercemar	Tercemar Ringan	Tercemar Sedang	Tercemar Berat	2,75 (Tercemar Ringan)
SKOR Rata-rata	3,3 – 4,0	2,6 – 3,2	1,8 – 2,5	1,0 – 1,7	

Analisis kualitas air sungai Tambak Rejo pada titik III memiliki nilai rata- rata 2,5 – 3,25 dimana kategori tersebut berarti kondisi Sungai Tambak Rejo pada titik III termasuk dalam kriteria kualitas air tercemar ringan, hal ini di dukung atas ditemukannya familia Heptaganidae – A yang sensitif terhadap peruban polusi organik dan telah banyak digunakan sebagai biomonitoring indeks kualitas air (Fabanjo, 2021).

4.5 Kualitas Air Berdasarkan Indeks Biotik BMWP-ASPT

Analisis yang digunakan untuk mengukur kualitas perairan Sungai Tambak Rejo menggunakan indeks biotik, indeks biotik adalah suatu pendekatan dalam bentuk skoring, yang dibuat berdasarkan tingkat toleransi organisme atau suatu kelompok organisme terhadap pencemaran (Afrilia, 2021). Indeks biotik yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *Biological Monitoring Working Party Average Score Per Taxon* (BMWP-ASPT) menggunakan perhitungan sebagai berikut ini :

1. Perhitungan skor berdasarkan taksa makroinvertberta

2. Nilai skor yang sudah didapat akan ditotal jumlah skor taksa makroinvertebrata kemudian dibagi dengan jumlah taksa yg ditemukan.

Pada sub bab dibawah ini akan dijelaskan lebih lanjut kualitas perairan Sungai Tambak Rejo berdasarkan indeks biotik BMWP-ASPT.

4.5.1 Analisis Kualitas Air Sungai Tambak Rejo Berdasarkan Indeks Biotik BMWP- ASPT pada Titik I

Berikut ini adalah hasil dari perhitungan pada titik I di Sungai Tambak Rejo pengukuran BMWP-ASPT maka telah di dapatkan hasil titik I pada tabel diatas, adapun perhitungan BMWP- ASPT ialah sebagai berikut :

Rumus :

$$\text{Nilai ASPT} = \frac{A}{B}$$

Keterangan :

A = Jumlah Indeks BMWP

B = Jumlah famili yang ditemukan

1. Perhitungan Titik I A:

$$\begin{aligned} \text{BMWP} &= 3 + 4 + 3 + 6 + 3 + 3 + 7 + 8 + 8 \\ &= 45 \end{aligned}$$

$$\text{ASPT} = \frac{\text{Skor BMWP}}{\text{Total Famili}}$$

$$= \frac{45}{9} = 5,0 = 5$$

2. Perhitungan Titik I B =

$$\begin{aligned} \text{BMWP} &= 7 + 3 + 2 + 5 + 8 \\ &= 25 \end{aligned}$$

$$\text{ASPT} = \frac{\text{Skor BMWP}}{\text{Total Famili}}$$

$$= \frac{25}{5} = 5$$

Adapun hasil indeks biotik BMWP-ASPT akan ditampilkan pada tabel dibawah ini :

Tabel 4. 36 Indeks Biotik BMWP-ASPT Titik I A Sungai Tambak Rejo

No	Nama Family	Jumlah Individu	Skor	BMWP	ASPT	Kategori
1	Chironomidae Merah	33	3	45	5	Perairan Kotor Sedang
2	Tanidariidae	1	4			
3	Hydrophilidae-Larva	34	3			
4	Coenagrionidae-A	5	6			
5	Viviparidae	1	3			
6	Thiaridae-B	1	3			
7	Polycentropodidae	11	7			
8	Prosopistomatidae	12	8			
9	Psychomyiidae	4	8			

Tabel 4. 37 Indeks Biotik BMWP-ASPT Titik I B Sungai Tambak Rejo

No	Nama Family	Jumlah Individu	Skor	BMWP	ASPT	Kategori
1	Polycentropodidae	17	7	25	5	Perairan Kotor Sedang
2	Stratiomyidae	5	3			
3	Chironomidae merah	12	2			
4	Gyrinidae-Larva	56	5			
5	Prosopistomatidae	12	8			

Maka dapat dijabarkan hasil dari perhitungan BMWP – ASPT pada titik I bahwa nilai BMWP ASPT pada titik I berkisar **5** yang mana menandakan bahwa kategori Sungai Tambak Rejo ini tergolong pada perairan kotor sedang dan hal ini juga sesuai dengan perhitungan indeks biotik dimana hasil pada titik I juga merupakan perairan yang tercemar sedang. dan didukung dengan adanya limbah domestik yang mengakibatkan air berwarna keruh akibat adanya aktivitas manusia yang terdapat pada bantaran sungai yang ada pada titik I, juga ditemukannya spesies *Polycentropodidae*, menurut Sitati dkk., (2021) *polycentropodidae* merupakan serangga akuatik dari ordo trichopera yang pada tahapan larvanya berada pada sedimen perairan.

4.5.2 Analisis Kualitas Air Sungai Tambak Rejo Berdasarkan Indeks Biotik BMWP- ASPT pada Titik II

Berikut ini adalah hasil dari perhitungan indeks biotik yang terdapat pada titik II di Sungai Tambak Rejo, pengukuran BMWP-ASPT maka telah di dapatkan hasil titik II pada tabel diatas, adapun perhitungan BMWP- ASPT ialah sebagai berikut :

Rumus :

$$\text{Nilai ASPT} = \frac{A}{B}$$

Keterangan :

A = Jumlah Indeks BMWP

B = Jumlah famili yang ditemukan

1. Perhitungan Titik II A:

$$\begin{aligned} \text{BMWP} &= 3 + 8 + 3 + 5 + 8 + 3 \\ &= 30 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ASPT} &= \frac{\text{Skor BMWP}}{\text{Total Famili}} \\ &= \frac{30}{6} = 5 \end{aligned}$$

2. Perhitungan Titik II B =

$$\begin{aligned} \text{BMWP} &= 3 + 8 + 7 + 3 + 5 + 3 + 3 \\ &= 32 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ASPT} &= \frac{\text{Skor BMWP}}{\text{Total Famili}} \\ &= \frac{32}{7} = 4,6 \end{aligned}$$

Adapun hasil indeks biotik BMWP-ASPT pada titik II akan ditampilkan pada tabel dibawah ini :

Tabel 4. 38 Indeks Biotik BMWP-ASPT Titik II A Sungai Tambak Rejo

No	Nama Family	Jumlah Individu	Skor	BMWP	ASPT	Kategori
1	Physidae	2	3	30	5	Perairan Kotor Sedang
2	Prosopistomatidae	12	8			
3	Hydrophilidae-Larva	28	3			
4	Typhulidae- A	22	5			
5	Psychomidae	11	8			
6	Lampyridae- Larva	27	3			

Tabel 4. 39 Indeks Biotik BMWP-ASPT Titik II B Sungai Tambak Rejo

No	Nama Family	Jumlah Individu	Skor	BMWP	ASPT	Kategori
1	Thiaridae- B	2	3	32	4,6	Perairan Kotor Sedang
2	Propistomadidae	3	8			
3	Polycentropodidae	6	7			
4	Pyralidae	16	3			
5	Thypulidae- A	28	5			
6	Erpobdellidae	12	3			
7	Hydrophilidae-Larva	35	3			

Maka dapat dijabarkan hasil dari perhitungan BMWP – ASPT pada titik II bahwa nilai BMWP ASPT pada titik II berkisar antara **4,6** dan **5** yang mana angka tersebut berada di tengah yang menandakan bahwa kategori Sungai Tambak Rejo ini tergolong pada perairan kotor **sedang** dan **berat**. Hal ini juga didukung dengan adanya parameter fisika – kimia pada titik II yang melebihi titik lainnya seperti Ph, BOD, COD dan suhu.

4.5.3 Analisis Kualitas Air Sungai Tambak Rejo Berdasarkan Indeks Biotik BMWP-ASPT

Berikut ini adalah hasil dari perhitungan indeks biotik BMWP-ASPT yang terdapat pada titik III di Sungai Tambak Rejo, pengukuran BMWP-ASPT didapatkan hasil sebagai berikut,

Rumus :

$$\text{Nilai ASPT} = \frac{A}{B}$$

Keterangan :

A = Jumlah Indeks BMWP

B = Jumlah famili yang ditemukan

1. Perhitungan Titik III A:

$$\begin{aligned} \text{BMWP} &= 3 + 8 + 7 + 3 + 6 + 3 + 8 \\ &= 38 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ASPT} &= \frac{\text{Skor BMWP}}{\text{Total Famili}} \\ &= \frac{38}{7} = 5,4 \end{aligned}$$

2. Perhitungan Titik III B =

$$\begin{aligned} \text{BMWP} &= 4 + 7 + 3 + 3 + 8 \\ &= 25 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ASPT} &= \frac{\text{Skor BMWP}}{\text{Total Famili}} \\ &= \frac{25}{5} = 5 \end{aligned}$$

Hasil indeks biotik BMWP-ASPT pada titik III akan ditampilkan pada tabel dibawah ini :

Tabel 4. 40 Indeks Biotik BMWP-ASPT Titik III A Sungai Tambak Rejo

No	Nama Family	Jumlah Individu	Skor	BMWP	ASPT	Kategori
1	Lampyridae-Larva	22	3	38	5,4	Perairan Kotor Sedang
2	Philopotamidae	7	8			
3	Polycentropodidae	15	7			
4	Hydrophilidae-Larva	16	3			
5	Viviparidae	1	6			

6	Planorbidae	3	3			
7	Prosopistomatidae	38	8			

Tabel 4. 41 Indeks Biotik BMWP-ASPT Titik III B Sungai Tambak Rejo

No	Nama Family	Jumlah Individu	Skor	BMWP	ASPT	Kategori
1	Heptagenidae	6	4	25	5	Perairan Kotor Sedang
2	Polycentropodidae	48	7			
3	Thiaridae- A	1	3			
4	Hydrophilidae- Larva	33	3			
5	Propistomatidae	14	8			

Maka dapat dijabarkan hasil dari perhitungan BMWP – ASPT pada juga memiliki nilai yang berkisar antara **5** dan **5,4** dimana angka tersebut juga berada di tengah, yang menandakan bahwa kategori Sungai Tambak Rejo ini tergolong pada perairan kotor **sedang** dan **bersih**. hal ini juga didukung dengan ditemukannya makroinvertebrata spesies *heptagenidae*. Menurut Syuhada dkk (2017) *Heptagenidae* adalah bioindikator terbaik yang menunjukkan kondisi lingkungan yang masih baik.

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan dari penelitian ini adalah :

1. Berdasarkan hasil analisis parameter fisik-kimia air sungai di atas dapat disimpulkan bahwa terdapat beberapa titik yang tidak sesuai dengan baku mutu air kelas II yaitu, BOD pada ke tiga didapatkan nilai I A sebesar 10,5 mg/L , I B sebesar 11,36 mg/L BOD, II A sebesar 12,04 mg/L, II B sebesar 10,58 mg/L, III A sebesar 11,9 mg/L, III B 11,4 mg/L. COD, pada tiga titik sungai, yang melebihi baku mutu titik III B sebesar 28,61 mg/L, titik I A 39,2 mg/L IB 37,95 mg/L, titik II A 58,67 mg/L titik II B 51,88 mg/L . TSS, yang melebihi baku mutu berada pada titik I B sebesar 55 mg/L.
2. Hasil pemantauan makroinvertebrata sungai Tambak Rejo pada Indeks biotilik maka didapatkan, Titik I dan Titik II dikategorikan sebagai “Sungai Tercemar Sedang” dengan skor rata- rata sebesar 2 – 2,25. Titik III dikategorikan sebagai “Sungai Tercemar Ringan” dengan skor rata – rata sebesar 2,75 – 3,25. Pada Indeks Biotik BMWP-ASPT maka didapatkan, titik I tergolong pada “Perairan Kotor Sedang” dengan didapatkan ASPT sebesar 5. Titik II tergolong pada “Perairan Kotor Sedang dan Berat” dengan didapatkan ASPT sebesar 4,6 dan 5. Titik III tergolong pada “Perairan Bersih dan Kotor Sedang” dengan didapatkan ASPT sebesar 5 dan 5,4.

5.2 Saran

Adapun saran yang perlu diperhatikan dalam penelitian selanjutnya adalah :

1. Disarankan melakukan penambahan pada parameter fisika-kimia sehingga dapat mengetahui lebih banyak data
2. Disarankan melakukan penambahan titik pengambilan hingga data yang dihasilkan lebih banyak dan akurat.
3. Disarankan melakukan penambahan metode untuk penelitian selanjutnya dalam pemantauan kualitas air sungai dengan struktur makroinvertebrata.

DAFTAR PUSTAKA

- Afrilia, D. (2021). *Hubungan Kualitas Air Dengan Struktur Komunitas Makroinvertebrata Sebagai Bioindikator Di Sungai Candipari, Desa Candipari, Sidoarjo.*
- Ahdiaty, R., & Fitriana, D. (2020). Pengambilan Sampel Air Sungai Gajah Wong Di Wilayah Kota Yogyakarta. *Ijca (Indonesian Journal Of Chemical Analysis)*, 3(2), 65–73. <https://doi.org/10.20885/ijca.vol3.iss2.art4>
- Anestiana, W. E. (2017). *Biological Monitoring Working Party Average Score Per Taxon Dalam Analisis Kualitas Air Saluran Kalidami.*
- Ariani, S., Idrus, A., Japa, L., & Santoso, D. (2020). *Struktur Komunitas Makroalga Sebagai Indikator Ekologi Ekosistem Perairan Pada Kawasan Konservasi Laut Daerah Di Gili Sulat Lombok Timur.* 20(1), 132–138. <https://doi.org/10.29303/jbt.v20i1.1690>
- Fabanjo, M. A. (2021). *Jurnal Biologi Tropis Analysis Of Water Quality In The Mandaong River For Development Of Freshwater Fish Cultivation.* 21, 965–973.
- Hellen, A., Kisworo, & Rahardjo, D. (2020). *Prosiding Seminar Nasional Biologi Di Era Pandemi Covid-19 Gowa.* <http://journal.uin-alauddin.ac.id/index.php/psb/>
- Laily, Z., Rifqiyati, N., & Kurniawan, A. P. (2018). Keanekaragaman Odonata Pada Habitat Perairan Dan Padang Rumput Di Telaga Madirda. *Jurnal Mipa*, 41(2), 105–110. <http://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/jm>
- Manik, R., & Handoco, E. (2021). *Analisa Kualitas Air Di Pantai Kuala Tanjung , Desa Kuala Indah Kabupaten Batu Bara Tahun 2021 (Studi Kasus Kematian Massal Ikan) Analysis Of Water Quality In Kuala Tanjung Beach , Kuala Indah Village , Batu Bara Regency In 2021 (Case Study Of Mass Fis.* 2021(22), 66–72.
- Merliyana. (2017). *Analisis Status Pencemaran Air Sungai Dengan Makrobentos Sebagai Bioindikator Di Aliran Sungai Sumur Putri Teluk Belitung.*
- Mongabay. (2013). *Panduan Biotilik Untuk Pemantauan Kesehatan Daerah Aliran Sungai “.*

- Parhusip, N. (2021). *Keanekaragaman Makroinvertebrata Dan Hubungannya Dengan Kualitas Air Di Aliran Sungai Deli Kota Medan.*
- Peraturan Pemerintah, No 82, T. 2001. (2001). Pengelolaan Kualitas Air Dan Pengendalian Pencemaran Air. In *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air Dan Pengendalian Pencemaran Air* (Issue 1, Pp. 1–5). <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=2ahukewjwxrkeif7eahvyfyskhchwaowqfjaaegqicrac&url=https%3a%2f%2fwww.ojk.go.id%2fid%2fkanal%2fpasar-modal%2fregulasi%2fundang-undang%2fdocuments%2fpages%2fundang-undang-nomo>
- Prameswari, A. (2021). *Analisis Perbandingan Penentuan Status Mutu Air Di Kali Surabaya Segmen Driyorejo, Gresik Menggunakan Metode Storet Dan Indeks Pencemaran (Ip).* July, 1–23.
- Prihatini, H. (2019). *Analisis Kualitas Air Sungai Sesuai Dengan Baku Mutu Air Bersih (Studi Kasus Sungai Pelayaran Kecamatan Taman Kabupaten Sidoarjo.* 18.
- Puspitasari, S., & Mukono, J. (2013). *Hubungan Kualitas Bakteriologis Air Sumur Dan Perilaku Sehat Dengan Kejadian Waterborne Disease Di Desa Tambak Sumur, Kecamatan Waru, Kabupaten Sidoarjo.* 76.
- Putri, Y. D., & Yuliza, E. (2021). *Kajian Kualitas Air Dan Indeks Pencemaran Di Perairan Kampung Sejahtera Pulau Baai Kota Bengkulu.*
- Rustiasih, E., Arthana, W., & Sari, A. (2018). *Keanekaragaman Dan Kelimpahan Makroinvertebrata Sebagai Biomonitoring Kualitas Perairan Tukad Badung, Bali.* 17.
- Sakinah, & Agoes, H. (2019). *Penilaian Kinerja Fisik Sungai Desa Baru (Waki) Kabupaten Hulu Sungai Tengah.*
- Sinambela, R. H. P. (2020). *Analisa Kadar Mangan Pada Air Renaty Hanna Pratiwi Sinambela Politeknik Kesehatan Kemenkes Medan.*
- Siregar, E. (2022). *Riset Dan Seminar Sumber Daya Manusia.* Widina Media Utama, Bandung.

- Sitati, A., Sitati, A., Raburu, P. O., Nyaboke, M., & Masese, F. O. (2021). Macroinvertebrate Structural Composition As Indicators Of Water Quality In Headwater Streams. *Africa Environmental Review Journal*, 4(2), Pp.110-122. [Http://Www.Aer-Journal.Info/Index.Php/Journals/Article/View/130](http://Www.Aer-Journal.Info/Index.Php/Journals/Article/View/130)
- Sukmaring Kalih, A., Septian, G., & Yoga, D. (2018). Makroinvertebrata Sebagai Bioindikator Kualitas Perairan Waduk Batujai Di Lombok Tengah. In *Biotropika: Journal Of Tropical Biology* | (Vol. 6, Issue 3).
- Sukmawati, Dahlan, M., & Dela, R. (2021). *Analisa Pencemaran Sungai Mandar Dengan Bioindikator Makroinvertebrata Melalui Metode Biotilik*. 2, 49.
- Syuhada, N. I., Fauziah, Y., Studi, P., Biologi, P., Riau, U., Magister, D., Biologi, P., Riau, U., Program, D., Pendidikan, S., & Universitas, B. (2017). *Analisis Kualitas Perairan Sungai Subayang Berdasarkan Indeks Biotilik Sebagai Pengayaan Modul Mata Kuliah Ekologi Perairan*.
- Wardiani, F. E. (2018). *Hubungan Antara Tipe Penggunaan Lahan Dengan Kualitas Air Fisika-Kimia Sungai Rembangan Jember*.
- Wibowo, D. N., Setijanto, & Santoso, S. (2017). Short Communication: Benthic Macroinvertebrate Diversity As Biomonitoring Of Organic Pollutions Of River Ecosystems In Central Java, Indonesia. *Biodiversitas*, 18(2), 671–676. <https://doi.org/10.13057/biodiv/D180232>
- Widiyanto, J., & Sulistayarsi, A. (2016). Biomonitoring Kualitas Air Sungai Madiun Dengan Bioindikator Makroinvertebrata. *Jurnal Penelitian Lppm Ikip Pgri Madiun*, 4(1).