

## Pemantauan Makroinvertebrata sebagai Bioindikator dan Uji Parameter Fisik-Kimia Air pada Sungai Tambak Rejo, Sidoarjo.

Adinda Atthiyatur Robbi<sup>1)\*</sup>, Ida Munfarida<sup>1)</sup>, Sarita Oktorina<sup>1)</sup>, Dedy Suprayogi<sup>1)</sup>, Rr Diah Nugraheni Setyowati<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Islam Negeri Sunan Ampel, Surabaya

\*Korespondensi: [adindaatthiyatur@gmail.com](mailto:adindaatthiyatur@gmail.com)

### Abstrak

Sungai Tambak Rejo merupakan sungai yang berada di desa Tambak Rejo, Kabupaten Sidoarjo. Merupakan sungai utama yang mengalir tiga kelurahan yaitu tambak sumur, tambak rejo dan tambak sawah. Ketiga lokasi aliran sungai menjadikan sungai Tambak Rejo memiliki berbagai karakteristik limbah yang dihasilkan baik limbah domestik, limbah industri dan limbah pertanian. Hal ini tentunya dapat menyebabkan penurunan kualitas air sungai, apabila limbah yang dihasilkan tidak diolah dengan benar. Pemantauan makroinvertebrata sebagai bioindikator kualitas air sungai merupakan tujuan penelitian ini, dimana biota ini dapat digunakan sebagai indikator biologis karena adanya habitat dan keberadaannya sangat dipengaruhi secara langsung di dalam perairan. Pengukuran parameter fisik-kimia air juga dilakukan untuk menyesuaikan kualitas air sungai dengan baku mutu yang telah ditetapkan, parameter yang diukur ialah pH, Suhu, TSS, BOD, COD dan Mn. Analisis makroinvertebrata menggunakan dua metode yakni, metode indeks biotilik dan metode indeks biotik, metode indeks biotilik menunjukkan kualitas air sungai Tambak Rejo dikategorikan sebagai sungai tercemar sedang pada stasiun I-II dan tercemar ringan pada stasiun III. Pada indeks biotik BMWP-ASPT, Sungai Tambak Rejo dikategorikan sebagai tercemar sedang pada stasiun I dan III, dan pada stasiun II dikategorikan sebagai tercemar berat. Hasil laboratorium parameter fisik-kimia didapatkan beberapa parameter di tiap stasiun yang melebihi baku mutu air sungai kelas II diantaranya, BOD dan COD ketiga stasiun memiliki nilai yang melebihi baku mutu, BOD pada titik berkisar 10,5 mg/l - 11,36 mg/l, BOD pada stasiun II berkisar 10,58 mg/l - 12,04 mg/l, BOD pada stasiun III berkisar 11,4 mg/l - 11,9 mg/l. COD stasiun I berkisar pada 37,95 mg/l - 39,2 mg/l, pada stasiun II 51,88 mg/l - 58,67 mg/l, pada stasiun III sebesar 28,61 mg/l, hasil yang didapat dari penelitian ini menunjukkan Sungai Tambak Rejo diperlukan pengelolaan pencemaran perairan lebih lanjut.

**Kata Kunci :** Makroinvertebrata, Indeks Biotilik, Indeks Biotik, kualitas Sungai Tambak Rejo

### Abstract

*Tambak Rejo River is a river in Tambak Rejo village, Sidoarjo Regency, the main river that flows through three sub-districts, namely Pond Wells, Pond Rejo and Pond Rice Fields. The three locations of the river flow make the river have various characteristics of waste produced, including domestic waste, industrial waste and agricultural waste. This can of course cause a decrease in river water quality if the waste produced is not treated properly. This study aimed to monitor macroinvertebrates as bioindicators of river water quality is the purpose of this research. where these biota can be used as biological indicators because their habitat and existence are directly influenced in the waters. Measurements of physical-chemical water parameters are also carried out to adjust river water quality to predetermined quality standards. The parameters measured are pH, Temperature, TSS, BOD, COD and Mn concentration. Two methods applied were: (1) Biotilic Index (2) Biotic Index. The biotilic index method shows that the water quality of the Tambak Rejo river is categorized as moderately polluted at stations I-II and lightly polluted at station III. In the BMWP-ASPT biotic index, the Tambak Rejo River is categorized as moderately polluted at stations I and III, and at station II it is categorized as heavily polluted. Laboratory results of physical-chemical parameters showed that several parameters at each station exceeded the class II river water quality standards, BOD and COD at all three stations had values that exceeded the quality standards, BOD at points ranging from 10.5 mg/l - 11.36 mg /l, BOD at station II ranges from 10.58 mg/l - 12.04 mg/l, BOD at station III ranges from 11.4 mg/l - 11.9 mg/l. COD station I ranged from 37.95 mg/l - 39.2 mg/l, at station II 51.88 mg/l - 58.67 mg/l, at station III it was 28.61 mg/l, the results obtained This research shows that the Tambak Rejo River requires further water pollution management.*

**Keywords :** Macroinvertebrate Monitoring, Biotilic Index, Biotic Index, Quality of the Tambak Rejo River

## 1. PENDAHULUAN

Sungai Tambak Rejo merupakan sungai yang berada di desa Tambak Rejo, Kabupaten Sidoarjo, merupakan sungai utama yang mengalir tiga kelurahan yaitu tambak sumur, tambak rejo dan tambak sawah. Ketiga lokasi aliran sungai menjadikan sungai memiliki berbagai karakteristik limbah, hal ini tentunya dapat menyebabkan penurunan kualitas air sungai, apabila limbah yang dibuang tidak dikelola dan dipantau secara tepat dan sesuai dengan baku mutu air sungai. Kualitas air sungai diuji dengan melakukan biomonitoring makroinvertebrata dan pengukuran parameter fisik-kimia, beberapa parameter pengukuran fisik-kimia air yang diuji berupa Suhu, Ph, BOD, COD, TSS, dan Kadar Mn. Makroinvertebrata sebagai makhluk indikator biologis mencerminkan kondisi lingkungan hidup dan berperan penting dalam habitat sungai, dan laut. Karena itu, penentuan keanekaragamannya dan variasi makroinvertebrata memiliki peran penting dalam menentukan final potensi produksi alami sungai dan klasifikasi sungai berdasarkan pencemaran yang terjadi (Foomani A, et al., 2020) Organisme akan memberikan respon terhadap kandungan pada air sungai, dengan menguji dan menganalisis hal tersebut dapat digunakan untuk memantau perubahan yang ada pada kesehatan ekosistem air sungai. Dalam pemantauan kualitas air sungai, makroinvertebrata lebih banyak digunakan, karena memenuhi beberapa kriteria, 1. Sifat hidupnya yang relatif menetap 2. Dapat ditemukan di beberapa zona, salah satunya adalah zona habitat akuatik (zona dengan beragam karakteristik). 3. Mempunyai jangka hidup yang tidak sebentar, sehingga kehadirannya dijadikan indikator untuk pemantauan kualitas lingkungan di sekitarnya. 4. Terdiri dari beragam karakteristik dengan setiap jenisnya memberi respon yang berbeda terhadap perubahan kualitas perairan. 5. Tidak susah untuk dikelompokkan dengan familinya. 6. Memudahkan dalam pemantauannya, dengan menggunakan alat sederhana yang dapat dibuat.

Pertumbuhan manusia semakin meningkat, 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, dengan ini maka Kecamatan Waru merupakan wilayah pusat dengan kepadatan penduduk yang tinggi dan keberadaan industri yang pesat, hal ini juga diperkuat berdasarkan Rencana Tata Ruang dan Wilayah (RTRW) Kabupaten Sidoarjo tahun 2009-2029 kawasan industri di Kecamatan Waru menjadi kawasan perindustrian yang sangat pesat (Fitriana & Purnama, 2021). Perkembangan industri tersebut memberikan dampak positif pada ekonomi daerah dan dampak negatif yakni pencemaran perairan di sekitar industri yang berpotensi menyebabkan turunnya kualitas air sungai sehingga berpengaruh untuk kesehatan makhluk hidup, pada penelitian Fitriana (2021) menjelaskan terjadinya sebaran logam berat kadmium di perairan kawasan industri Berbek dan perairan Tambak Rejo sebesar 0,14- 0,18 ppm yang melebihi batas baku mutu Kepmen LH no 51 tahun 2004 baku mutu kandungan kadmium air sebesar 0,001 ppm.

Kadmium muncul dalam bentuk sedimen alami yang terdiri dari unsur-unsur lain, kadmium juga merupakan logam berat paling beracun yang ditemukan dalam limbah pabrik industri seperti pelapisan, baterai kadmium –nikel, pupuk fosfat, stabilisator dan lain-lain, bahkan pada intensitas rendah, senyawa kadmium sangat merusak dan terakumulasi dalam ekosistem. Akumulasi kadmium dapat menyebabkan penyakit “Itai-Itai”. Hal ini menyebabkan

pengerasan tulang dan patah tulang pada manusia, kadmium juga dapat menyebabkan kanker ginjal serta kanker paru-paru (Sonone, et al., 2021). Kandungan logam berat yang paling dominan di kawasan industri selain kadmium ialah mangan, sumber paparan mangan terhadap lingkungan berasal dari limbah pertambangan, limbah industri pupuk yang digunakan kegiatan pertanian dan keperluan lainnya. Tinggi konsentrasi mangan menyebabkan penurunan fotosintesis pada tumbuhan dan merusak sistem saraf manusia (Gavhane S.K, et al., 2021). Polusi mangan (Mn) ditemukan menjadi masalah lingkungan yang utama. Kehadiran alaminya di air sungai telah dikalahkan seratus kali lipat oleh pengayaan antropogenik. Hal ini menimbulkan masalah karena Mn mudah terakumulasi secara hayati, yang dapat menyebabkan efek ekotoksikologi yang tidak diinginkan, dan jika terpapar Mn dan senyawanya dalam dosis tinggi dalam waktu lama dapat menimbulkan dampak buruk terhadap kesehatan manusia (Matveeva, et al., 2022) ditemukannya sebaran kadmium pada perairan Tambak Rejo memungkinkan adanya sebaran logam berat lain seperti Mn di kawasan sungai Tambak Rejo, maka diperlukan penelitian yang bertujuan untuk memantau kualitas air sungai Tambak Rejo serta biota air sungai dengan mengidentifikasi jenis makroinvertebrata, menguji kualitas fisik-kimia air serta kadar Mn, yang diharapkan penelitian dapat memberikan informasi terkait kualitas lingkungan perairan di kawasan Sungai Tambak Rejo, dari aktifitas industri serta aktifitas kegiatan manusia yang dapat menimbulkan permasalahan lingkungan.

## 2. METODE PENELITIAN

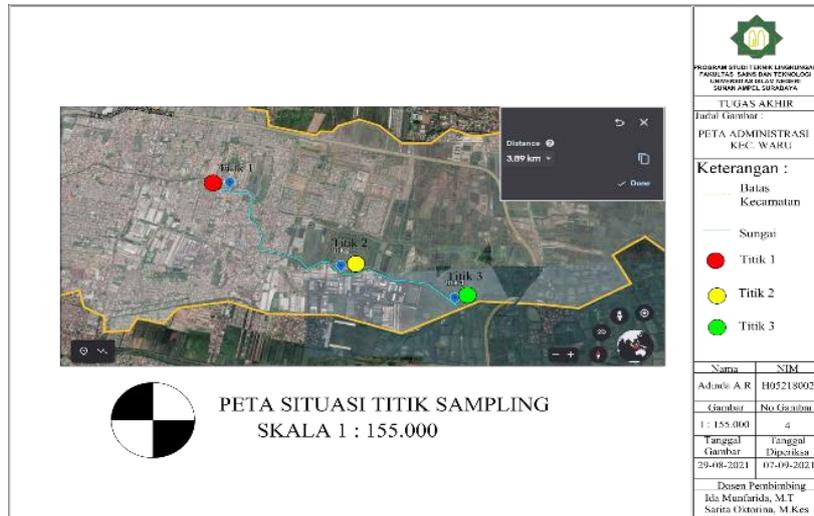
### Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data ini meliputi titik lokasi sungai, data hasil pengambilan sampel makroinvertebrata dan data hasil pengambilan sampel parameter fisik-kimia air sungai

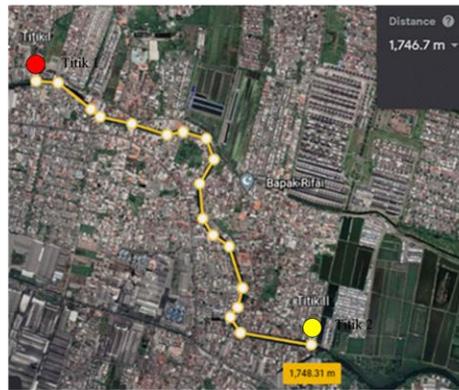
### Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada september sampai november 2021, saat cerah atau tidak hujan, saat matahari bersinar cerah, dimana ini merupakan saat yang baik melakukan proses fotosintesis, sehingga bermigrasi ke permukaan air (Sofarini, 2012). Sampel diambil sebanyak 2 kali dalam 1 titik pada pengukuran parameter fisik-kimia air dan pemantauan makroinvertebrata dengan total 6 sampel pada 3 titik dengan rincian lokasi sebagai berikut :

1. Titik 1 merupakan hulu dimana lokasi berada di desa Tambak Sumur, Waru, Sidoarjo dengan karakteristik lingkungan sebagai kawasan pemukiman penduduk .
2. Titik 2 merupakan bagian tengah sungai yang berada pada Tambak Rejo, Waru, Sidoarjo dengan karakteristik lingkungan sebagai kawasan Industri.
3. Titik 3 merupakan hilir/ muara sungai yang berada pada desa Tambak Sawah, Waru Sidoarjo dengan karakteristik lingkungan persawahan.



Gambar 1 Peta situasi Titik Lokasi Sampling.



**PETA JARAK ANTAR TITIK**  
1 : 32.000

Gambar 2 Lokasi sungai Titik I-II



**PETA JARAK ANTAR TITIK**  
1 : 32.000

Gambar 3 Titik II – III

### Pengambilan Sampel Makroinvertebrata

Pengambilan sampel makroinvertebrata juga dilakukan untuk mengukur kualitas Sungai Tambak Rejo 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*. peralatan yang digunakan dalam pengambilan makroinvertebrata akan ditampilkan pada **gambar 4**



**Gambar 4** Peralatan Sampling Makroinvertebrata

Dengan jumlah minimal hewan yang dipantau sebanyak 100 hewan. pengambilan sampel makroinvertebrata yang telah dilakukan secara *insitu* diidentifikasi menggunakan mikroskop

### Pengambilan Sampel Air Sungai

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. Kondisi sungai tiap titik akan ditunjukkan pada **gambar 5,6 dan 7**. Peralatan yang digunakan untuk melakukan pengukuran debit air sungai di Tambak Sumur akan ditampilkan pada **gambar 8**.



**Gambar 5** Lokasi Pengambilan Sampel Air Sungai Titik I



**Gambar 6** Lokasi Pengambilan Sampel Air Sungai Titik II



**Gambar 7** Lokasi Pengambilan Sampel Air Sungai Titik III



**Gambar 8** *Current Meter* digunakan untuk melakukan pengukuran debit air sungai

### **Teknik Analisa Data**

Analisa data terdiri dari beberapa analisis lanjutan yaitu,

### **Indeks Kualitas Fisik-Kimia Air Sungai**

Pengujian parameter fisik-kimia air sungai Tambak Rejo 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, berdasarkan SNI 6989 : 57 :

2008 tentang metode pengambilan contoh air permukaan, 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, debit sungai dapat dihitung dengan rumus :

$$D = A \times V$$

**Rumus 1**

(SNI 6989:57:2008)

Keterangan :

D = Debit

A = Luas Penampang

V = Kecepatan Aliran rata-rata

SNI 6989.57.2008 menentukan cara mengambil sampel air dengan debit yang telah didapatkan dengan ketentuan 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.

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
2. Perhitungan kecepatan aliran sungai, 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 :

$$V = \frac{1}{2} (0,37 \text{ mph} + 0,47 \text{ mph}) = 0,42 \text{ mph}$$

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

$$A = A_1 + A_2 + A_3$$

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

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

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

$$A_2 = p \times l$$

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

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

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

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

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

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

= 13,22 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 sungai di desa Tambak Sumur akan ditampilkan pada tabel dibawah ini :

**Tabel 1** Hasil Pengukuran Debit Air Sungai Tambak Rejo

Pengambilan Sampel	Titik I	Titik II	Titik III
Kedalaman	0,72 meter	1,56 meter	3,41 meter
Kecepatan Aliran (Volume Rata-Rata)	0,42 m/detik	0,78 m/detik	1,60 m/detik
Luas Penampang Basah	13,2 meter	32 meter	78,1 meter
Debit Air Sungai	5,5 m <sup>3</sup> /detik	25 m <sup>3</sup> /detik	62,5 m <sup>3</sup> /detik

### Indeks Biotilik

Metode biotilik adalah metode pemantauan kualitas air sungai dengan menghitung 4 parameter Biotilik yaitu, keragaman jenis famili, keragaman jenis EPT, persentase kelimpahan EPT dan indeks Biotilik yang diberikan skor (Ecoton, 2013), jumlah hewan makroinvertebrata yang diambil dari sungai minimal 100 hewan, kemudian ditentukan sesuai jenis family, mengukur rumus indeks biotilik sebagai berikut ini :

$$\text{Nilai indeks biotilik} = \frac{X}{N} \quad \text{Rumus 2}$$

(Ecoton, 2013)

Keterangan :

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

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

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

Kemudian dilanjut dengan menghitung kelimpahan EPT, kelimpahan EPT dihitung berdasarkan persentase skor keberadaan kelompok EPT menggunakan rumus :

$$\text{Kelimpahan EPT} = \frac{\text{Jumlah Individu EPT}}{\text{Jumlah Seluruh individu sampel}} \times 100 \quad \text{Rumus 3}$$

(Ecoton, 2013)

Adapun rentang skor untuk jumlah keragaman jenis famili, keragaman jenis EPT, kelimpahan EPT dan indeks biotilik pada hasil kualitas air yang dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

**Tabel 2** Skor Penilaian Kualitas Air

Parameter	Skor			
	4	3	2	1
Keragaman Jenis Famili	>13	10- 13	7-9	<7
Keragaman Jenis EPT	>7	3-7	1-2	0
% Kelimpahan EPT	>40%	>15 – 40 %	>0 – 15 %	0%
Indeks BIOTILIK	3,3 – 4,0	2,6 – 3,2	1,8 – 2,5	1,0 – 1,7
Total Skor				
Skor Rata-Rata (Total Skor / 4)				

(Ecoton, 2013)

Analisis kualitas air sungai bisa didapatkan setelah mengetahui nilai skor rata-rata dari perhitungan 4 parameter yang diatas, kriteria kualitas air sungai dengan indeks biotilik dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

**Tabel 3** 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

(Ecoton, 2013).

### Indeks Biotik

Kelompok kerja pemantauan biologis/skor rata-rata per indeks biotik takson (BMWP/ASPT) adalah yang paling umum klasifikasi ekologi dan sistem evaluasi air yang ditentukan dengan mengumpulkan dan mengidentifikasi sampel di tingkat keluarga (Aazami et al. 2018) dalam (Aazami, et al., 2020) skoring identifikasi makroinvertebrata, seperti :

1. Nilai skoring makroinvertebrata dihitung sesuai jenis taksa, nilai skoring ini biasanya dilakukan setelah identifikasi makroinvertebrata
2. Setelah mendapat skoring dari jenis taksa, maka akan dijumlah total taksa dan dibagi sesuai dengan jumlah taksa yang diperoleh. (Ariella dkk, 2017) dalam (Afrilia, et al., 2021)

Indeks BMWP-ASPT dapat diukur dengan menghitung rumus seperti :

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

**Rumus 4**

(Ecoton, 2013)

Keterangan :

A = Jumlah skor indeks BMWP

B = Jumlah famili yang ditemukan dan mempunyai skor

BMWP didapat dari skor pada tiap spesies makroinvertebrata, Adapun rentang nilai skoring dalam penentuan kualitas air, dapat dilihat pada tabel

**Tabel 4** Skor Indeks Biotik

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

(Ecoton 2013)

### 3. HASIL PENELITIAN & PEMBAHASAN

#### Kualitas Air Sungai Tambak Rejo Berdasarkan Indeks Biotilik

Pada pengujian kualitas air sungai Tambak Rejo didapatkan keanekaragaman sampel makroinvertebrata di setiap titik lokasinya, Keanekaragaman makroinvertebrata yang didapat ditampilkan pada tabel dibawah ini :

**Tabel 5** Sampel Makroinvertebrata Tiap Lokasi

No	Nama Famili	Skor BIOTILIK						Jumlah Individu					
		(ti)			(ni)			(ni)			(ni)		
		I	I	II	II	III	III	I	I	II	II	III	III
		A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
EPT													
1	Polycentropodidae	3	3	-	3	3	3	11	17	-	6	15	48
2	Psychomyiidae	4	-	4	-	-	-	4	-	11	-	-	-
3	Prosopistomatidae	4	4	4	4	4	4	12	12	12	3	38	14
4	Philopotamidae	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	7	-
5	Heptagenidae-A	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	6
Non EPT													

1	Viviparidae	2	-	-	-	2	-	1	-	-	-	1	-
2	Thiaridae-B	2	-	-	2	-	-	1	-	-	2	-	-
3	Coenagrionidae-A	2	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-
4	Tanidaridae	4	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
5	Chironomidae Merah	1	1	-	-	-	-	33	12	-	-	-	-
6	Hydrophilidae-Larva	3	-	3	3	3	3	34	-	28	35	16	33
7	Stratiomyidae	-	2	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-
8	Gyrinidae-Larva	-	3	-	-	-	-	-	56	-	-	-	-
9	Planorbidae	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	3	-
10	Lampyridae- Larva	-	-	3	-	3	-	-	-	27	-	22	-
11	Thiaridae- A	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	1
12	Pyalidae	-	-	-	3	-	-	-	-	-	16	-	-
13	Typulidae - A	-	-	3	3	-	-	-	-	22	28	-	-
14	Erpobdellidae	-	-	-	1	-	-	-	-	-	12	-	-
15	Physidae	-	-	2	-	-	-	-	-	2	-	-	-
JUMLAH								102	102	102	102	102	102

Dalam tabel menunjukkan bahwa jumlah total makroinvertebrata yang ditemukan sebanyak 612 makroinvertebrata dengan rincian 102 individu tiap titiknya. Kelimpahan makroinvertebrata dipengaruhi oleh komponen lingkungan baik biotik maupun abiotik suatu ekosistem perairan. Maruru (2012) menambahkan bahwa apabila terdapat bahan pencemar dalam perairan maka biota yang sangat peka akan hilang karena tidak mampu bertahan hidup. Sebaliknya, biota yang sangat toleran akan tetap hidup pada kualitas air yang buruk. (Fabano & Inayah, 2021) Polycentropodidae, Prosopistomatidae dan Hydrophilidae-Larva merupakan individu yang paling banyak dijumpai di setiap titik lokasi. Polycentropodidae dan Prosopistomatidae merupakan jenis makroinvertebrata EPT, meskipun jumlah individu yang didapat banyak tetapi keragaman yang ditemukan sangat rendah dibandingkan dengan jenis non EPT, keragaman taksa EPT yang didapat pada tiap lokasi sangat rendah sehingga dapat dianalisa kondisi sungai kurang baik dan kurang sehat, karena makroinvertebrata jenis EPT sangat sensitif terhadap pencemaran. Berdasarkan jumlah taksa, makroinvertebrata yang ditemukan justru didominasi oleh makroinvertebrata jenis Non EPT diantaranya adalah Thiaridae (siput) Dalam panduan Biotilik jenis Thiaridae (siput) mempunyai sifat toleran terhadap pencemaran artinya tetap hidup dan jumlahnya melimpah meskipun kondisi air sungai tercemar (Sulastri & Sundari, 2023). Sehingga dapat dikatakan kondisi sungai Tambak Rejo tercemar karena didominasi hewan mikroinvertebrata jenis Non EPT. Tabel diatas dianalisis menggunakan parameter indeks biotilik, setelah didapat total keseluruhan parameter maka dicari nilai rata-rata yang menentukan kualitas air, yang ditampilkan pada tabel dibawah ini :

**Tabel 6** Index Parameter Biotilik

Parameter	Skor				SKOR					
	4	3	2	1	I A	I B	II A	II B	III A	III B
Keragaman Jenis Famili	>13	10-13	7-9	<7	2	1	1	2	2	1
Keragaman	>7	3-7	1-2	0	3	2	2	2	3	3

Jenis EPT										
% Kelimpahan EPT	>40%	>15 – 40 %	>0 – 15 %	0%	3	4	3	3	4	4
Indeks BIOTI LIK	3,3 – 4,0	2,6 – 3,2	1,8 – 2,5	1,0 – 1,7	2	3	3	3	4	3
Total Skor					10	10	9	10	13	11
Skor Rata-Rata (Total Skor / 4)					2,5	2,5	2,25	2,5	3,25	2,75
Kriteria Kualitas Air	Tidak Terce mar	Terce mar Ringan	Tercem ar Sedang	Terce mar Berat	2 Terce mar Sedang	2,5 Terce mar Sedang	2 Tercem ar Sedang	2 Terce mar Sedang	3,25 Terce mar Ringan	2,75 Terce mar Ringan
SKOR Rata-rata	3,3 – 4,0	2,6 – 3,2	1,8 – 2,5	1,0 – 1,7						

Dari tabel analisis index biotilik diatas ke tiga stasiun termasuk kedalam kategori tercemar, dengan rincian stasiun I-II mendapatkan nilai sebesar 2-2,5 yang termasuk kedalam kategori tercemar sedang lalu stasiun III mendapatkan nilai 2,75-3,25 yang termasuk ke dalam kategori tercemar ringan, hal ini juga didukung dengan ditemukannya makroinvertebrata intoleran terhadap kondisi perairan.

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

Pengujian kualitas air sungai Tambak Rejo juga dilakukan dengan metode BMWP-ASPT, Adapun hasil indeks biotik BMWP-ASPT ditampilkan pada tabel dibawah ini :

**Tabel 7** Indeks Biotik BMWP-ASPT

No.	Nama Famili	Skor	Jumlah Individu						BMWP					
			I A	I B	II A	II B	III A	III B	I A	I B	II A	II B	III A	III B
1	Polycentropodidae	7	11	17	-	6	15	48	44	25	30	32	35	25
2	Psychomyliidae	8	4	-	11	-	-	-	ASPT					
3	Prosopistomatidae	8	12	12	12	3	38	14	I A	I B	II A	II B	III A	III B

4	Philopotamidae	8	-	-	-	-	7	-	4,9	5,0	5,0	4,6	5,0	5,0
5	Heptagenidae-A	4	-	-	-	-	-	6	Kategori					
6	Viviparidae	3	1	-	-	-	1	-	I A	I B	II A	II B	III A	III B
7	Thiaridae-B	3	1	-	-	2	-	-	Tercemar	Tercemar	Tercemar	Tercemar	Tercemar	Tercemar
8	Coenagrionidae-A	6	5	-	-	-	-	-	Sedang	Sedang	Sedang	Berat	Sedang	Sedang
9	Tanidaridae	4	1	-	-	-	-	-						
10	Chironomidae Merah	2	33	12	-	-	-	-						
11	Hydrophiliidae-Larva	3	34	-	28	35	16	33						
12	Stratiomyidae	3	-	5	-	-	-	-						
13	Gyrinidae-Larva	5	-	56	-	-	-	-						
14	Planorbidae	3	-	-	-	-	3	-						
15	Lampyridae-Larva	3	-	-	27	-	22	-						
16	Thiaridae-A	3	-	-	-	-	-	1						
17	Pyralidae	3	-	-	-	16	-	-						
18	Typulidae - A	5	-	-	22	28	-	-						
19	Erpobdellidae	3	-	-	-	12	-	-						
20	Physidae	3	-	-	2	-	-	-						
JUMLAH			102	102	102	102	102	102						

Perhitungan skor total diklasifikasikan sesuai hasil nilai untuk menentukan tingkat pencemaran air di sungai. Hasil analisa dengan menggunakan perhitungan dari nilai BMWP dan nilai ASPT. Skor rata-rata per takson (ASPT) dapat mewakili skor toleransi rata-rata dari semua taksa yang ada dalam komunitas dan nilai ASPT dapat dihitung dengan membagi BMWP dengan jumlah famili yang sudah ditemukan. Nilai ASPT sama dengan rata-rata skor toleransi pada semua famili makroinvertebrata yang ditemukan dan nilai berkisar antara 0 sampai 10 (Patang et al., 2018) dalam (Afrilia, et al., 2021).. Tabel analisis index biotik BMWP-ASPT menjelaskan ketiga stasiun termasuk kedalam kategori tercemar dengan rincian, stasiun I mendapatkan nilai kisaran 4,9-5 yang termasuk kedalam kategori tercemar sedang, stasiun II a mendapatkan nilai 5 yang termasuk kedalam kategori tercemar sedang dan II B yang mendapat nilai 4,6 yang termasuk kedalam kategori tercemar berat, jika dilihat pada tabel diatas perbedaan disebabkan ditemukannya makroinvertebrata yang memiliki skor rendah seperti phylalidae, thypulidae, erpobdelidae dan hydrophilidae larva, Taksa memiliki skor 1-10 dengan skor terendah merepresentasikan toleransi yang tinggi terhadap penurunan kadar oksigen akibat pencemaran organik (Kumara dan Maiti, 2020; Ruiz-Picos et al., 2017). Skor ASPT yang tinggi mengindikasikan kondisi baik yang mengandung sejumlah besar taksa dengan skor tinggi atau

taksa sensitif (Armitage et al., 1983) dalam (Ibrahim, et al., 2021). Stasiun III mendapatkan nilai 5 yang termasuk kedalam kategori tercemar sedang.

### Kualitas Air Sungai Tambak Rejo Berdasarkan Parameter Fisik Kimia dengan Baku Mutu PP No. 22 Tahun 2021 Kelas II

Pemantauan kualitas air sungai dengan parameter fisik-kimia diuji secara *exsitu* di laboratorium, untuk mengetahui kualitas air sungai dengan ketentuan baku mutu kelas air berdasarkan PP No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Sungai Tambak Rejo tergolong sungai kelas II yang dapat dilihat kualitas airnya pada tabel dibawah ini :

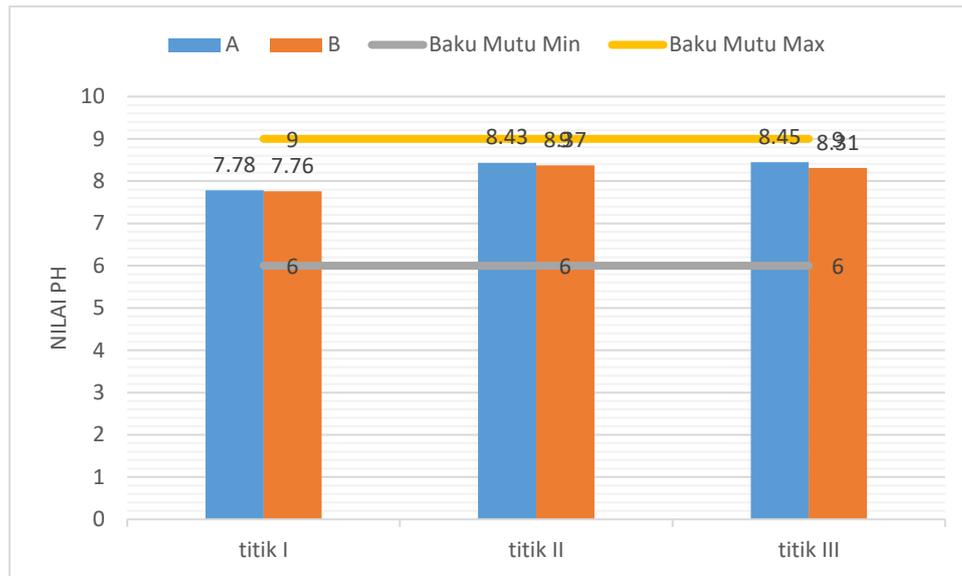
**Tabel 8** Hasil Lab BBTCLPP Sampel Air Sungai.

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	0,01	0,08	-

Berdasarkan Tabel parameter fisik-kimia air sungai yang diuji secara keseluruhan menunjukkan adanya nilai melebihi baku mutu yang telah ditetapkan. Sungai Tambak Rejo termasuk kategori sungai kelas 2 yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, perternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan/atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

#### 1. pH (Derajat Keasaman)

Adapun grafik nilai pH pada ketiga titik dapat dilihat pada gambar dibawah ini :

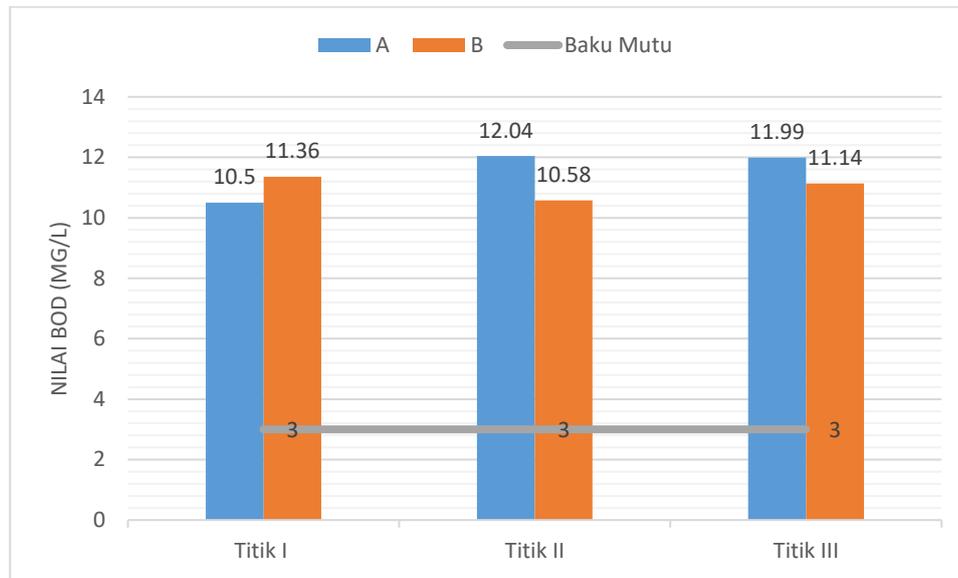


**Gambar 9** Grafik Hasil Pengukuran Parameter pH di titik I, II dan III

Grafik diatas menunjukkan nilai pH di Sungai Tambak Rejo masih sesuai dengan baku mutu sungai kelas II, yaitu pH yang ditelorir untuk baku mutu sungai kelas II bekisar pada angka 6-9, bisa dilihat pada grafik terdapat 2 garis biru dan orange disetiap titiknya, garis tersebut merupakan sampel a dan b yang perlu diambil, titik I A memiliki nilai pH 7,78 dan titik I B memiliki nilai pH 7,76, stasiun II memiliki nilai pH kisaran 8,37-8,43 dan stasiun III memiliki nilai pH kisaran 8,31-8,45. pH air dapat dijadikan indikasi apakah air tersebut tercemar atau tidak dan seberapa besar tingkat pencemarnya, pH air alami berkisar antara 6,5-8,5. Pencemaran air dapat menyebabkan naik atau turunnya pH air. (Pratiwi & Setiorini, 2023).

## 2. BOD (Biochemical Oxygen Demand)

Adapun grafik nilai BOD pada ketiga titik dapat dilihat pada gambar dibawah ini :

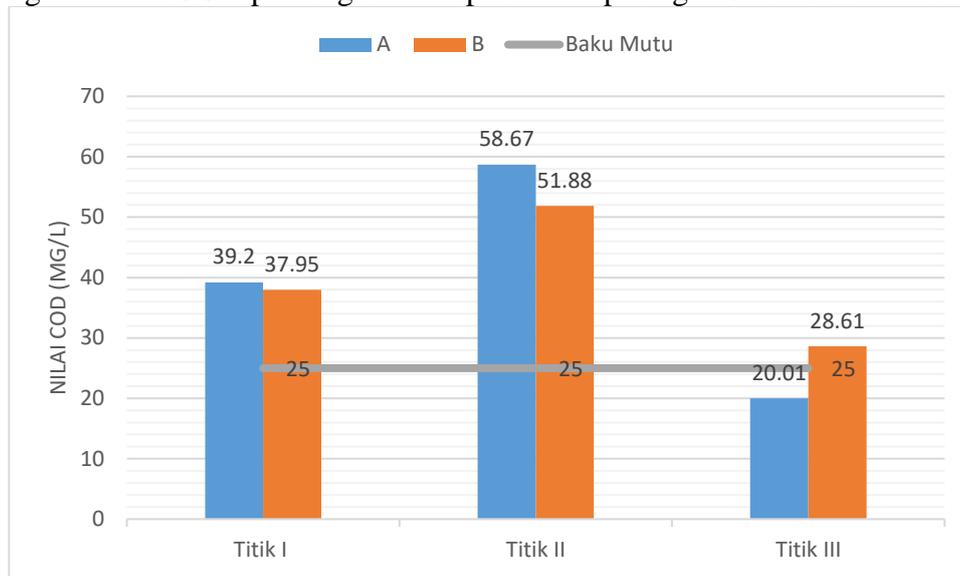


**Gambar 10** Grafik Hasil Pengukuran Parameter BOD di titik I, II dan III

BOD menunjukkan jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh organisme hidup untuk memecah atau mengoksidasi bahan buangan/ pencemar di dalam air. Grafik diatas menunjukkan bahwa nilai BOD pada ketiga stasiun melebihi batas baku mutu yang telah ditetapkan yakni 3 mg/L, Nilai BOD yang didapat pada stasiun I berkisar 10,5 mg/l – 11,36 mg/l, nilai BOD pada stasiun II berkisar 10,58 mg/l-12,04 mg/l dan pada stasiun III berkisar 11,14 mg/l -11,99 mg/l berdasarkan observasi pemantauan habitat fisik Sungai Tambak Rejo ditemukan sungai berwarna hijau dan keruh pada tiap titiknya. Salah satu limbah domestik yang dapat menurunkan kualitas air khususnya pada parameter warna perairan yaitu deterjen. Penggunaan deterjen oleh masyarakat dilakukan setiap hari, sehingga limbah ini dapat terakumulasi di perairan sungai dengan pemukiman yang padat penduduk (Larasati, dkk., 2021). Deterjen memiliki kandungan bahan aktif yaitu surfaktan. Surfaktan dapat menimbulkan busa di perairan yang mengganggu kehidupan organisme perairan (Manik & Handoko, 2022) Nilai BOD menunjukkan angka yang tinggi di tiap stasiun bisa disebabkan karena adanya bahan- bahan organik yang berasal dari limbah domestik dan limbah lainnya. Menurut Rahayu dan Tontowi, (2009) menjelaskan bahwa pembungan atau masuknya limbah dari permukiman penduduk dan lahan pertanian menjadi salah satu sebab tingginya kandungan BOD pada aliran sungai (Fabanjo & Inayah, 2021).

### 3. Chemical Oxygen Demand (COD)

Adapun grafik nilai COD pada tiga titik dapat dilihat pada gambar dibawah ini :

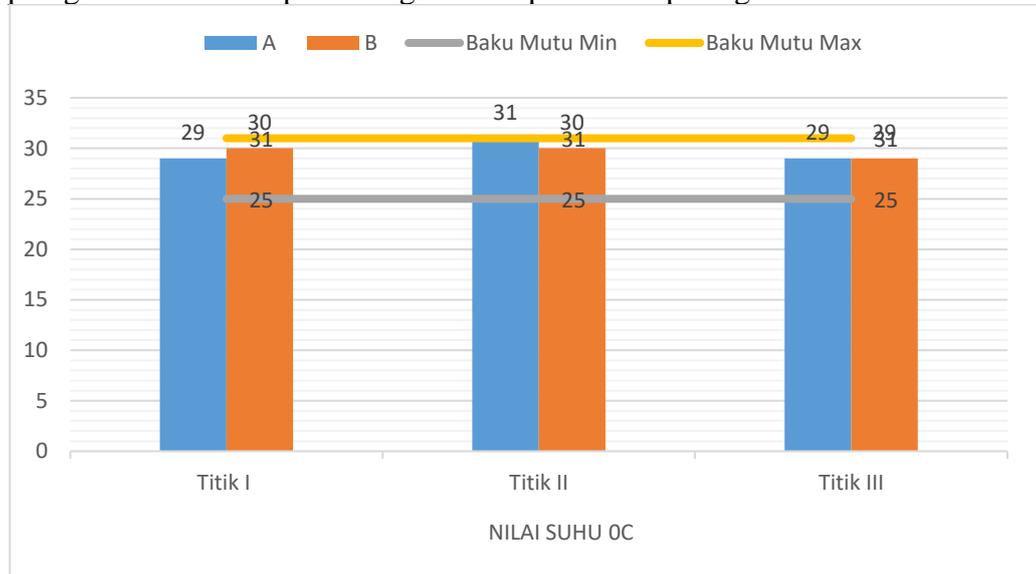


**Gambar 11** Grafik Hasil Pengukuran Parameter COD di titik I, II dan III

COD (Chemical Oxygen Demand) menyatakan banyaknya oksigen yang diperlukan dalam menguraikan seluruh bahan organik yang ada didalam air (Royani, S., dkk. 2021). Chemical Oxygen Demand merupakan pengujian untuk mengetahui karakteristik kimia pada air sungai (Pratiwi & Setiorini, 2023). Grafik diatas menunjukkan bahwa nilai COD pada ketiga stasiun melebihi batas baku mutu air sungai kelas II yang telah ditetapkan yakni 25 mg/L, Nilai COD yang didapat pada stasiun I berkisar 38 mg/l – 39 mg/l, nilai COD pada stasiun II berkisar 52 mg/l -58,6 mg/l dan pada stasiun III berkisar 20,01 mg/l-28,61 mg/l. Peningkatan COD tampaknya disebabkan oleh peningkatan zat organik non-biodegradable yang didorong oleh pertumbuhan industri dan peningkatan kepadatan penduduk, yang menyebabkan input limbah terus menerus ke badan sungai, tingginya kadar COD disebabkan oleh tingginya tingkat air limbah organik yang tidak dapat terurai secara hayati, peningkatan masukan beberapa kali lipat sumber polutan seperti zat humat dan produksi internal oleh alga dan tanaman air (Mamun & An, 2021).

#### 4. Temperatur / Suhu

Adapun grafik nilai suhu pada ketiga titik dapat dilihat pada gambar dibawah ini :

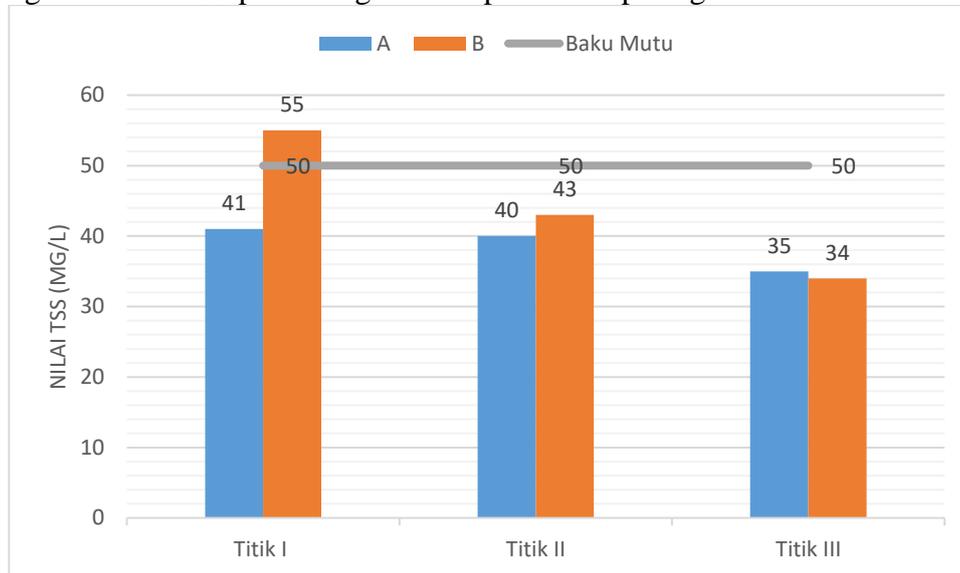


**Gambar 12** Grafik Hasil Pengukuran Parameter Suhu di titik I, II dan III

Hasil pengukuran suhu dilakukan secara *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°C – 31°C). Grafik diatas menunjukkan suhu di Sungai Tambak Rejo masih sesuai dengan baku mutu sungai kelas II, dengan rincian stasiun I berkisar 29°C-31°C, stasiun II berkisar sekitar 30°C-31°C dan stasiun III senilai 29°C. besaran suhu pada beberapa stasiun telah mencapai batas maksimal baku mutu yang ditetapkan yaitu sebesar 31°C. Peningkatan suhu air permukaan secara langsung atau tidak langsung mempengaruhi banyak hidrologi dan ekologi, kandungan oksigen terlarut juga tergantung pada suhu air (Matveeva, et al., 2022). Jika dilihat pada grafik parameter sebelumnya juga memiliki nilai yang tinggi hal ini memungkinkan adanya hubungan yang dapat memengaruhi parameter satu sama lain, Pengukuran kualitas suatu perairan dapat dipengaruhi oleh beberapa parameter diantaranya adalah parameter fisika yang berhubungan langsung dengan kondisi fisik lingkungan seperti suhu dan kekeruhan. Parameter lain yang dapat memengaruhi kualitas perairan yaitu parameter kimia yang berkaitan dengan faktor kimia lingkungan seperti pH, BOD, COD, DO. Faktor-faktor yang memengaruhi tersebut adalah faktor fisik-kimia seperti suhu, pH, Oksigen Terlarut, salinitas dan substrat (Putra et al., 2020) dalam (Siswansyah & Kuntjoro, 2023).

## 5. Total Suspended Solid (TSS)

Adapun grafik nilai TSS pada ketiga titik dapat dilihat pada gambar dibawah :

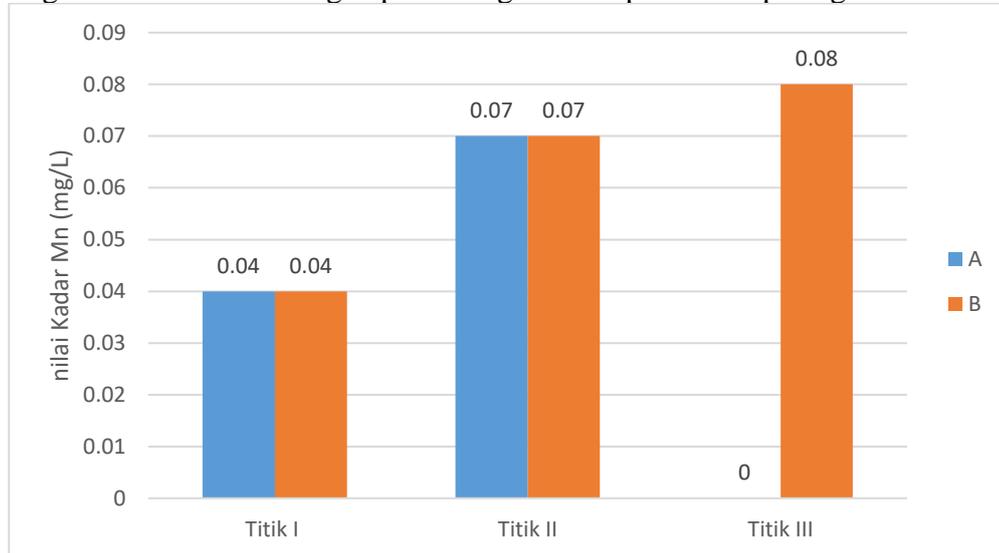


**Gambar 13** Grafik Hasil Pengukuran Parameter TSS di titik I, II dan III

TSS (total suspended solid) merupakan materi atau bahan tersuspensi didalam air. Bahan yang tersuspensi terdiri dari lumpur, pasir halus serta jasad- jasad renik (Sahara,dkk. 2017). TSS merupakan salah satu faktor penting menurunnya kualitas perairan sehingga menyebabkan perubahan secara fisika, kimia dan biologi (Pratiwi & Setiorini, 2023). Nilai TSS dapat menjadi salah satu parameter biofisik perairan yang secara dinamis mencerminkan perubahan yang terjadi di daratan maupun di perairan. TSS sangat berguna dalam analisis perairan dan buangan domestik yang tercemar serta dapat digunakan untuk mengevaluasi mutu air, maupun menentukan efisiensi unit pengolahan (Pratiwi & Setiorini, 2023). Grafik diatas menunjukkan nilai TSS Sungai Tambak Rejo di beberapa stasiun masih dibawah baku mutu air sungai kelas II yang ditetapkan dan nilai TSS di titik I B berada di atas baku mutu, dengan rincian stasiun I A memiliki nilai TSS sebesar 41 mg/l, stasiun I B memiliki nilai TSS sebesar 55 mg/l, stasiun II nilai TSS berkisar 40 mg/l-43 mg/l, stasiun III nilai TSS berkisar 34 mg/l-35 mg/l. Kadar TSS di stasiun I mengalami peningkatan hal tersebut diduga karena stasiun I didominasi pemukiman padat penduduk yang mana limbah rumah tangga seperti limbah deterjen bekas mencuci serta aktifitas rumah tangga lainnya seperti sampah-sampah organik maupun anorganik yang merupakan yang menumpuk disepanjang aliran sungai.

## 6. Kadar Mn

Adapun grafik nilai kadar mangan pada ketiga titik dapat dilihat pada gambar dibawah ini



**Gambar 14** Grafik Hasil Pengukuran Kadar Mn di titik I, II dan III

Mangan adalah metal berwarna kelabu-kemerahan, di alam mangan umumnya ditemui dalam bentuk senyawa dengan berbagai macam valensi. Air yang mengandung mangan berlebih menimbulkan rasa, warna (coklat/ungu/hitam), dan kekeruhan (Satriani, 2023). Grafik diatas menunjukkan adanya sebaran logam berat Mn di Sungai Tambak Rejo dengan rincian, stasiun I memiliki nilai kadar Mn sebesar 0,04 mg/l, stasiun II memiliki nilai kadar Mn sebesar 0,07 dan stasiun III memiliki kadar Mn sebesar 0,08. Kandungan kadar Mn tertinggi ditemukan pada stasiun III yakni sebesar 0,08 mg/l, tetapi kadar Mn dari setiap stasiun dianggap masih memenuhi baku mutu air sungai kelas II. Pada penelitian (Fitriana & Purnama, 2021) telah ditemukan sebaran logam berat kadmium di perairan Tambak Rejo yang diperoleh dari limpasan beban pencemar polutan cukup tinggi yang bisa berasal dari limbah organik dan anorganik baik kegiatan aktivitas UKM maupun kegiatan industri. Adanya sebaran mangan di Sungai Tambak Rejo didukung dengan nilai parameter BOD dan COD yang melebihi baku mutu air sungai kelas II, dijelaskan bahwa Mn yang terlarut dalam air dapat mempengaruhi kondisi redoks, seperti kandungan oksigen dalam air menurun seiring dengan meningkatnya suhu (Matveeva, et al., 2022). Mangan bersifat korosi jika melebihi batas sehingga mengakibatkan tubuh mudah terkena penyakit, tetapi pada konsentrasi Mn yang rendah, yang merupakan ciri khas perairan alami, laju reaksinya dapat diabaikan (Matveeva, et al., 2022).

## 4. KESIMPULAN

Adapun hasil kesimpulan yang didapat dari penelitian ini adalah metode indeks biotilik menunjukkan kualitas air sungai Tambak Rejo dikategorikan sebagai sungai tercemar sedang pada stasiun I-II dan tercemar ringan pada stasiun III. Pada indeks biotik BMWP-ASPT, Sungai Tambak Rejo dikategorikan sebagai tercemar sedang pada stasiun I dan III, dan pada stasiun II dikategorikan sebagai tercemar berat. Hasil laboratorium parameter fisik-kimia didapatkan beberapa parameter di tiap staisuan yang melebihi baku mutu air sungai kelas II diantaranya,

BOD dan COD ketiga stasiun memiliki nilai yang melebihi baku mutu, BOD pada pada titik berkisar 10,5 mg/l - 11,36 mg/l, BOD pada stasiun II berkisar 10,58 mg/l - 12,04 mg/l, BOD pada stasiun III berkisar 11,4 mg/l - 11,9 mg/l. COD stasiun I berkisar pada 37,95 mg/l - 39,2 mg/l, pada stasiun II 51,88 mg/l - 58,67 mg/l, pada stasiun III sebesar 28,61 mg/l, hasil yang didapat dari penelitian ini menunjukkan Sungai Tambak Rejo diperlukan pengelolaan pencemaran perairan lebih lanjut.

## 5. UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Prodi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya yang telah memberikan fasilitas berupa laboratorium, perpustakaan dan ruang untuk mengerjakan jurnal artikel yang sangat dibutuhkan dalam penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aazami, J., Maghsodlo, H., Mira, S. S. & Valikhani, H., 2020. Health Evaluation Of Riverine Ecosystems Using Aquatic Macroinvertebrates: A Case Study Of The Mohammad-Abad River, Iran. *International Journal Of Environmental Science And Technology*, P. 3.
- Afrilia, D., Yusrianti, Hakim, A. & Amrullah, 2021. Hubungan Kualitas Air Dengan Struktur Komunitas Makroinvertebrata Sebagai Bioindikator Di Sungai Candipari, Desa Candipari, Sidoarjo. P. 20.
- Ecoton, 2013. Panduan Biotilik Untuk Pemantauan Kesehatan Daerah Aliran Sungai. P. 2.
- Fabanjo, A. M. & Inayah, 2021. Analysis Of Water Quality In The Mandaong River For Development Of. *Jurnal Biologi Tropis*, P. 7.
- Fitriana, L. & Purnama, R. A., 2021. Pola Sebaran Spasial Logam Berat Kadmium Di Sungai Kawasan Industri Berbek Kabupaten Sidoarjo. *Journal Of Research And Technology*, Vii(2460–5972), P. 2.
- Foomani A, Golizadeh M, Harsij M & Salatavian S.M, 2020. River Health Assessment Using Macroinvertebrates And Water Quality Parameters: A Case Of The Shanbeh-Bazar River, Anzali Wetland, Iran. *Iranian Journal Of Fisheries Sciences*, P. 2.
- Gavhane S.K, Sapkale J.B, Susware N.K & Sapkale S.J, 2021. Impact Of Heavy Metals In Riverine And Estuarine Environment: A Review. *Research Journal Of Chemistry And Environment*, Pp. 1, 3.
- Ibrahim, A. Et Al., 2021. Penggunaan Makrozoobentos Dalam Penilaian Kualitas Perairan Sungai Inlet Danau Maninjau, Sumatera Barat. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, Issue 1829-8907, P. 656.
- Mamun, M. & An, G. K., 2021. Application Of Multivariate Statistical Techniques And Water Quality Index For The Assessment Of Water Quality And Apportionment Of Pollution

- Sources In The Yeongsan River, South Korea. *Environmental Research And Public Health*, P. 9.
- Manik, R. R. D. S. & Handoko, E., 2022. Analisa Kualitas Air Di Pantai Kuala Tanjung, Desa Kuala Indah Kabupaten Batu Bara Tahun 2021 (Studi Kasus Kematian Massal Ikan). *Triton*, 8(2656-2758), P. 68.
- Matveeva, V. A., Alekseenko, A. V., Karthe, D. & Puzanov, A. V., 2022. Manganese Pollution In Mining-Influenced Rivers And Lakes: Current State And Forecast Under Climate Change In The Russian Arctic. *Mdpi*, P. 1.
- Ni'am, C. A. Et Al., 2022. Biomonitoring Kualitas Air Sungai Kalibokor Sebrang Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya Menggunakan Metode Biotilik. *Media Ilmiah Teknik Lingkungan*, Volume 7, P. 52..
- Pratiwi, I. & Setiorini, . A. I., 2023. Penurunan Nilai Ph, Cod, Tds, Tss Pada Air Sungai Menggunakan Limbah Kulit Jagung Melalui Adsorben. *Jurnal Univ Pgri*, P. 58.
- Satriani, 2023. Pengaruh Perlakuan Sedimen Bakau Dan Biochar Dari Tempurung Kelapa Dalam Menurunkan Kadar Logam Mangan (Mn) Dan Sulfat Air Asam Tambang. P. 17.
- Siswansyah, R. . P. P. & Kuntjoro, S., 2023. Hubungan Jenis-Jenis Gastropoda Dengan Parameter Fisik Dan Kimia Air Di Sungai Mangetan Kanal Desa Kraton, Sidoarjo. *Lentera Bio*, 12(2252-3979), P. 372.
- Sofarini, D., 2012. Keberadaan Dan Kelimpahan Fitoplankton Sebagai Salah Satu Indikator Kesuburan Lingkungan Perairan Di Waduk Riam Kanan. *Enviro Scienteae*, P. 4.
- Sonone, S. S., Jadhav, S., Sankhia, S. M. & Kumar, R., 2021. Water Contamination By Heavy Metals And Their Toxic Effect On Aquaculture And Human Health Through Food Chain. *Platinum Open Access Journal*, P. 11.
- Sulastri & Sundari, S., 2023. Bioassessment Sistem Scoring Dengan Kelimpahan Makroinvertebrata Dan Rasio Famili Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera Pada Sungai Legundi. *Jurnal Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat*, Volume 03, P. 7.