

## **ANALISIS BEBAN DAN STATUS PENCEMARAN SUNGAI BANJIR KANAL TIMUR, SEMARANG, SEGMENT TENGAH HINGGA HILIR**

### **Analysis of Pollution Loads and Status on Banjir Kanal River, Semarang, Middle to Downstream Segmen**

**Fidya Ridha Wahyuni, Haeruddin, Arif Rahman**

Departemen Sumber Daya Akuatik, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof Jacob Rais, Tembalang, Semarang, Indonesia 50275; Telephone/Fax: 024-76480685  
Email: [fidya978@gmail.com](mailto:fidya978@gmail.com), [haeruddindaengmile@lecturer.undip.ac.id](mailto:haeruddindaengmile@lecturer.undip.ac.id), [arifbintaryo@live.undip.ac.id](mailto:arifbintaryo@live.undip.ac.id)

*Diserahkan tanggal: 25 Juni 2024, Revisi diterima tanggal: 31 Juli 2024*

#### **ABSTRAK**

Sungai Banjir Kanal Timur (BKT) merupakan salah satu sistem drainase di Semarang. BKT melintasi pemukiman padat penduduk, daerah industri mikro, serta hilirnya dijadikan tempat sandar dan transportasi kapal nelayan. Hal tersebut menghasilkan limbah yang berpotensi masuk ke sungai dan mempengaruhi kualitas air sungai. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui konsentrasi TSS, BOD, dan COD sebagai variabel utama penelitian, mengetahui beban dan status pencemaran, serta rasio BOD/COD Sungai Banjir Kanal Timur. Penelitian dilaksanakan pada Februari-Maret 2024. Metode yang digunakan adalah *purposive sampling* berdasarkan sumber pencemar. Sampel diambil di 3 stasiun, 3 titik, dengan 3 kali pengulangan. Pengukuran secara insitu dilakukan untuk variabel suhu, pH, debit sungai, salinitas, dan DO. Pengukuran TSS dan BOD dilakukan di Laboratorium Pengelolaan Sumber Daya Ikan dan Lingkungan (PSDIL), Departemen Sumber Daya Akuatik, Universitas Diponegoro. Pengukuran COD dilakukan di Laboratorium Teknik Lingkungan, Universitas Diponegoro. Hasil penelitian pada stasiun I-III menunjukkan bahwa konsentrasi TSS berkisar antara 12-48 mg/L, konsentrasi BOD berkisar antara 7,9-43,4 mg/L, dan konsentrasi COD berkisar antara 45,68-97,26 mg/L. Sungai Banjir Kanal Timur menghasilkan beban pencemaran TSS, BOD, dan COD secara berurutan sebesar 487,30-18.035,14 kg/hari, 375,41-37.272,61 kg/hari, dan 2.368,05-43.756,68 kg/hari. Sungai Banjir Kanal Timur telah tercemar kategori cemar ringan dengan nilai Indeks Pencemaran berkisar antara 2,98-3,86. Polutan di Sungai Banjir Kanal Timur bersifat *non-biodegradable* pada stasiun I dan II, dan diperlukan *treatment* pada stasiun III dengan Rasio BOD/COD berkisar antara 0,23-0,38.

*Kata Kunci: Beban Pencemaran; Indeks Pencemaran; Status Pencemaran; Sungai Banjir Kanal Timur*

#### **ABSTRACT**

*Banjir Kanal Timur River (BKT) is one of the largest drainage systems in Semarang. BKT passes through densely populated areas, industrial zone, and its downstream is utilized for mooring and transportation of fishing boats. This results in potential waste entering the river and affecting its water quality. The aim of this research is to determine the concentration of TSS, BOD, and COD as the main variables, and to assess the pollution load and status, BOD/COD ratio of Banjir Kanal Timur River. The research was conducted from February to March 2024. The method used was purposive sampling based on pollution sources. Sample were taken at 3 stations, 3 points, with 3 repetitions. In-situ measurements were conducted for temperature, pH, river discharge, salinity, and DO. TSS and BOD measurements were conducted at the Laboratory of Fisheries Resource and Environmental Management (PSDIL), Department of Aquatic Resource, Diponegoro University. COD measurements were conducted at the Laboratory Environmental Engineering, Diponegoro University. . The result at stations I-III showed that TSS concentration ranged from 12-48 mg/L, BOD concentration ranged from 7.9-43.4 mg/L, and COD concentration ranged from 45.68-97.26 mg/L. Banjir Kanal Timur generates pollution loads of TSS, BOD, and COD respectively of 487.30-18035.14 kg/day, 375.41-37272.61 kg/day, and 2368.05-43756.68 kg/day. Banjir Kanal Timur is categorized as slightly polluted with a Pollution Index value of range from 2.98-3.86. BOD/COD Ration station I-III ranged from 0.23-0.38, showing that the pollutants are non-biodegradable and need treatment to decompose pollutants.*

*Keywords: Banjir Kanal Timur River; Pollution Index; Pollution Loads; Pollution Status*

## PENDAHULUAN

Sungai adalah ekosistem air tawar sebagai tempat untuk menampung dan mengalirkan air dari hulu ke hilir. Sungai memiliki peranan yang penting bagi makhluk hidup baik yang hidup di dalam badan perairan maupun yang di sekitarnya. Peningkatan pembangunan dan aktivitas manusia di sekitar sungai secara langsung maupun tidak langsung dapat menyebabkan sungai rentan mengalami pencemaran. Residu dari aktivitas manusia di sekitar sungai seperti limbah industri maupun domestik menyebabkan kualitas air sungai menurun. Bahan buangan yang di masukkan terus menerus dapat menyebabkan gangguan keseimbangan sungai secara kimia, fisika, dan biologi (Afwawati *et al.*, 2021).

Pencemaran air sungai di Indonesia kerap ditemukan mengingat banyaknya jumlah penduduk dan aktivitas manusia seperti perindustrian, perkebunan, budidaya perikanan, dan transportasi yang berlangsung di sekitar sungai. Pemanfaatan sungai oleh manusia di badan maupun sekitar sungai dapat menyebabkan sungai mendapat masukan zat pencemar. Menurut data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan dalam Badan Pusat Statistik (2023), status pencemaran sungai tahun 2022 berdasarkan kriteria mutu air Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 Kelas II, diketahui bahwa dari 111 sungai di Indonesia, 16 sungai memenuhi baku mutu, 90 sungai tergolong cemaran ringan, dan 5 sungai cemaran sedang. Banyaknya sungai yang mengalami pencemaran di Indonesia tidak menutup kemungkinan bahwa Sungai Banjir Kanal Timur juga mengalami pencemaran.

Banjir Kanal Timur merupakan salah satu sungai di bagian Timur Semarang yang berfungsi sebagai sistem drainase atau pengendali banjir (Adi dan Wahyudi, 2022). Sungai Banjir Kanal Timur (BKT) melintasi kawasan pemukiman padat penduduk dengan berbagai aktivitas disekitarnya. Lingkungan sekitar sungai terdapat berbagai industri mikro seperti rumah makan, bengkel, pengecatan, tekstil, keramik, pasar tradisional, tempat pelelangan ikan dan lainnya. Kegiatan industri mikro tersebut dapat berpotensi menyebabkan pencemaran (Harahap *et al.*, 2020). *Domestic sewage* atau kotoran rumah tangga merupakan limbah yang dihasilkan dari aktivitas rumah tangga atau pemukiman yang berasal WC, aktivitas mencuci, mandi, serta memasak (Sugiharto, 2005). Limbah domestik dari pemukiman sekitar sungai yang dialirkan ke sungai tanpa diolah terlebih dahulu berpotensi memberikan bahan pencemaran yang akan menurunkan kualitas air sungai. Akhirul *et al.* (2020), menyatakan bahwa pembuangan limbah rumah tangga yang tidak dikelola dengan baik dapat menyebabkan kualitas air menurun bahkan dapat membahayakan makhluk hidup yang tinggal di perairan tersebut.

Penelitian yang telah dilakukan di Sungai Banjir Kanal Timur di segmen hulu hingga tengah sungai menunjukkan bahwa pada bagian hulu sungai memenuhi baku mutu sedangkan bagian tengah tercemar kategori cemaran ringan. Variabel utama yang diujikan yaitu BOD, COD, DO, dan TSS (Wibowo, 2023). Bagian muara Sungai Banjir Kanal Timur telah tercemar kategori cemaran sedang (Harahap *et al.*, 2020). Penelitian terdahulu berfokus pada penentuan status pencemaran dari segmen hulu hingga tengah atau hanya di bagian muara saja sedangkan aktivitas manusia berlangsung di sepanjang sungai yang dapat berpotensi menimbulkan pencemaran. Berdasarkan uraian tersebut, maka perlu dilakukan penelitian mengenai penentuan kualitas status mutu air pada segmen tengah ke hilir untuk melanjutkan penelitian terdahulu.

## METODE PENELITIAN

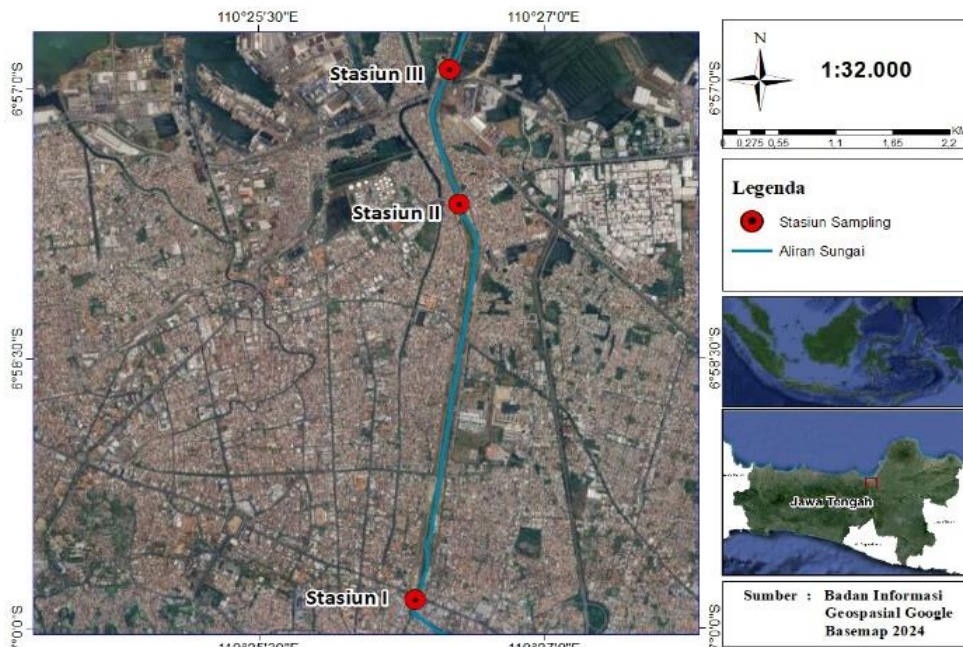
### Lokasi Penelitian

Pengambilan sampel dilakukan tiga kali pada Februari – Maret 2024 dengan 3 stasiun pengamatan di Sungai Banjir Kanal Timur. Stasiun I merupakan wilayah padat penduduk yang saluran pembuangannya mengarah ke sungai dan terdapat berbagai usaha mikro masyarakat seperti rumah makan, bengkel, dan salon. Stasiun II merupakan area lapang terbuka yang jaraknya relatif jauh dengan pemukiman warga dibandingkan dengan stasiun I dan III. Lahan rumput terbuka di sekitar sungai dimanfaatkan masyarakat untuk menggembala ternak dan terdapat aktivitas penangkapan ikan menggunakan alat tangkap tradisional (jaring angkat). Stasiun III merupakan area pemukiman nelayan yang terdapat banyak sampah plastik. Lokasi ini menjadi area sandar kapal serta jalur transportasi kapal menuju Laut Jawa. Lokasi penelitian tersaji pada Gambar 1.

Materi yang digunakan yaitu sampel air Sungai Banjir Kanal Timur yang akan dianalisis beban dan status pencemarannya, serta rasio BOD/COD. Variabel utama penelitian yaitu TSS, BOD, dan COD. Variabel pendukung berupa debit, pH, suhu, DO, dan salinitas. Metode pengambilan sampel yang digunakan adalah *purposive sampling*, yaitu teknik pengambilan sampel dengan pertimbangan atau kriteria tertentu yang telah dirumuskan terlebih dahulu oleh peneliti (Sugiyono, 2013). Penentuan Stasiun penelitian yang dilakukan berdasarkan kegiatan disekitar sungai serta lokasi yang berpotensi menjadi sumber pencemar.

### Prosedur Penelitian

Sampel air diambil dari Sungai Banjir Kanal Timur menggunakan botol 1,5 L, lalu dimasukkan kedalam *coolbox* dan dibawa menuju Laboratorium Pengelolaan Sumber Daya Ikan dan Lingkungan (PSDIL), Departemen Sumberdaya Akuatik, Universitas Diponegoro untuk melakukan pengukuran



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

TSS dan BOD. Pengukuran COD dilakukan di Laboratorium Teknik Lingkungan Universitas Diponegoro. Pengukuran suhu, debit air, pH, DO, dan salinitas dilakukan secara *insitu*.

Pengukuran suhu dan pH menggunakan pH mater berdasarkan SNI 6989.11:2019, TSS menggunakan metode grafimetri berdasarkan SNI 6989.3:2019, COD menggunakan metode refluks tertutup secara spektrofotometri berdasarkan SNI 6989.2:2019.

Metode yang digunakan untuk mengukur debit sungai menurut Purnomo *et al.* (2010) adalah dengan membagi penampang sungai menjadi beberapa segmen, lalu mengukur kedalaman dan kecepatan arus pada setiap segmen. Nilai pengukuran dimasukkan dalam perhitungan debit sungai dengan rumus:

$$Q = W_1 \frac{(d_0 + d_1)}{2} \times \frac{(v_0 + v_1)}{2} + \dots + W_n \frac{(d_i + d_n)}{2} \times \frac{(v_i + v_n)}{2}$$

Keterangan:

- Q : debit sungai (m<sup>3</sup>/s)
- W: lebar segmen sungai (m)
- D : kedalaman sungai (m)
- v : kecepatan arus (m/s)

*Dissolved Oxygen* (DO) diukur menggunakan DO meter tipe Lutron DO-5509 dengan akurasi ± 0,4 mg/L. Pengukuran salinitas dilakukan dengan refraktometer. *Biological Oxygen Demand* (BOD) dianalisis menggunakan *OxiTop*.

**Analisis Data**

Beban pencemaran sungai dihitung berdasarkan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 05 Tahun 2021 tentang Tata Cara Penerbitan Persetujuan Teknis dan Surat Kelayakan Operasional Bidang Pengendalian Pencemaran Lingkungan sebagai berikut:

$$BP = Q \times C \times f$$

Keterangan:

- BP: beban pencemaran (kg/hari)
- Q : debit sungai (m<sup>3</sup>/s)
- C : konsentrasi parameter (mg/L)
- F : *factor* konversi = 86,4 (kg.lt.detik)/(mg.m<sup>3</sup>.hari)

Indeks Pencemaran (IP) sungai dihitung berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air dengan persamaan:

$$IP_j = \sqrt{\frac{\left(\frac{Ci}{Lij}\right)_M^2 + \left(\frac{Ci}{Lij}\right)_R^2}{2}}$$

Keterangan:

- Pij : indeks pencemaran bagi peruntukan j
- Ci : konsentrasi hasil uji variabel
- Lij : konsentrasi baku mutu bagi peruntukan j
- (Ci/Lij)<sub>M</sub> : nilai Ci/Lij maksimum
- (Ci/Lij)<sub>R</sub> : nilai Ci/Lij rata-rata

Status pencemaran air berdasarkan hasil perhitungan Indeks Pencemaran (IP) ditunjukkan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Status Mutu Air Metode Indeks Pencemaran

No	Nilai IP	Kategori
1.	0 ≤ PI <sub>j</sub> ≤ 1,0	Kondisi Baik
2.	1,0 < PI <sub>j</sub> ≤ 5,0	Cemar Ringan
3.	5,0 < PI <sub>j</sub> ≤ 10	Cemar Sedang
4.	PI <sub>j</sub> > 10	Cemar Berat

Sumber: Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003

Menurut Aini *et al.* (2017), nilai rasio BOD/COD didapat dengan membagi konsentrasi BOD dan konsentrasi COD hasil pengukuran. Menurut Srinivas (2008), indeks rasio BOD/COD atau yang disebut dengan *Biodegradability Index* dibagi menjadi tiga kategori.

**Tabel 2.** Kriteria Rasio BOD/COD

No.	Rasio BOD/COD	Keterangan
1.	> 0,6	<i>Biodegradable</i>
2.	0,3 – 0,6	Diperlukan <i>treatment</i>
3.	< 0,3	<i>Non-biodegradable</i>

Sumber: Srinivas (2008)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kualitas Air Sungai Banjir Kanal Timur

Hasil pengukuran menunjukkan debit air Sungai Banjir Kanal Timur berkisar antara 0,47 – 9,94 m<sup>3</sup>/s. Suhu air Sungai Banjir Kanal Timur secara keseluruhan berkisar antara 27,6 – 32,5 °C. Nilai suhu terendah terdapat pada stasiun I sebesar 27,6 °C dan nilai suhu tertinggi terdapat pada stasiun III sebesar 32,5 °C. Meningkatnya suhu tiap stasiun disebabkan oleh waktu pengambilan sampel air yang berurutan dari stasiun I, II, hingga III sehingga semakin siang waktu

pengambilan sampel maka semakin terik sinar matahari.

*Total Suspended Solid* (TSS) di Sungai Banjir Kanal Timur berkisar antara 12 - 48 mg/L. Berdasarkan baku mutu air sungai kelas III Peraturan Pemerintah (PP) No.22 Tahun 2021, nilai batas maksimal TSS dalam air adalah 100 mg/L artinya konsentrasi TSS hasil pengukuran masih memenuhi baku mutu. Hasil pengukuran variabel fisika disajikan pada Tabel 3.

Hasil pengukuran parameter kimia Sungai Banjir Kanal Timur disajikan pada Tabel 4 menunjukkan nilai pH berkisar antara 7,7 – 8,5. Oksigen terlarut berkisar antara 2,7 – 6,4 mg/L. Hasil pengukuran *Biological Oxygen Demand* (BOD) bervariasi dengan rata-rata stasiun I sebesar 15,1 mg/L, stasiun II 16,2 mg/L, dan stasiun III 23,7 mg/L. Konsentrasi *Chemical Oxygen Demand* (COD) berkisar antara 45,68 – 97,26 mg/L. Stasiun II memiliki rata-rata COD terendah yang bernilai 68,14 mg/L sedangkan stasiun III memiliki rata-rata tertinggi yang bernilai 78,67 mg/L.

**Tabel 3.** Parameter Fisika Sungai Banjir Kanal Timur

Stasiun	Ulangan	Suhu (°C)	TSS (mg/L)
I	1	28,7	14
	2	27,6	29
	3	28,5	19
	Rataan	28,3	21
	Deviasi	0,5	8
II	1	30,3	12
	2	28,1	17
	3	28,2	12
	Rataan	28,9	14
	Deviasi	1,1	3
III	1	32,5	14
	2	30,5	48
	3	30,8	21
	Rataan	31,2	28
	Deviasi	1,0	18
Baku mutu*		Deviasi 3	100

\*) Baku Mutu Air Sungai Kelas III Berdasarkan Lampiran VI Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 22 Tahun 2021

**Tabel 4.** Parameter Kimia Sungai Banjir Kanal Timur

Stasiun	Ulangan	pH	Salinitas	DO (mg/L)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)
I	1	7,7	0	2,9	7,9	68,32
	2	7,9	0	3,1	12,7	97,26
	3	8,1	0	2,7	24,7	45,68
	Rataan	7,9		2,9	15,1	70,42
	SD	0,2		0,2	7	21
II	1	7,9	0	3,9	8,3	69,89
	2	7,9	0	3,6	14,3	76,21
	3	8,1	0	2,9	25,9	58,32
	Rataan	8,0		3,47	16,2	68,14
	SD	0,2		0,5	7,3	7
III	1	8,1	0	6,4	17,9	97,26
	2	8,4	0	4,8	9,8	87,79
	3	8,5	2	5,2	43,4	50,95
	Rataan	8,3		5,44	23,7	78,67
	SD	0,2		0,8	14,3	20
Baku Mutu*		6-9	#	3	6	40

\*) Baku Mutu Air Sungai Kelas III Berdasarkan Lampiran VI Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 22 Tahun 2021

**Tabel 5.** Rasio BOD/COD Sungai Banjir Kanal Timur

Stasiun	Ulangan	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	Rasio BOD/COD	Keterangan
I	1	7,9	68,32	0,12	<i>Non-biodegradable</i>
	2	12,7	97,26	0,13	<i>Non-biodegradable</i>
	3	24,7	45,68	0,54	Dilakukan <i>treatment</i>
	Rataan	15,1	70,42	0,26	<i>Non-biodegradable</i>
	SD	8,7	25,85	0,24	
II	1	8,3	69,89	0,12	<i>Non-biodegradable</i>
	2	14,3	76,21	0,19	<i>Non-biodegradable</i>
	3	25,9	58,32	0,44	Dilakukan <i>treatment</i>
	Rataan	16,2	68,14	0,25	<i>Non-biodegradable</i>
	SD	8,9	9,07	0,17	
III	1	17,9	97,26	0,18	<i>Non-biodegradable</i>
	2	9,8	87,79	0,11	<i>Non-biodegradable</i>
	3	43,4	50,95	0,85	<i>Biodegradable</i>
	Rataan	23,7	78,67	0,38	Dilakukan <i>treatment</i>
	SD	17,5	24,47	0,41	

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, debit air Sungai Banjir Kanal Timur berkisar antara 0,47 – 9,94 m<sup>3</sup>/s dengan debit tertinggi terletak pada stasiun III dan terendah pada stasiun II. Menurut Fitriyani (2022), nilai debit atau aliran air sungai berdasarkan limpasannya dipengaruhi oleh 2 hal yaitu faktor meteorologi dan karakteristik DAS. Faktor meteorologi berupa intensitas hujan, durasi hujan, dan distribusi curah hujan. Intensitas hujan merupakan curah hujan secara keseluruhan persatuan volume per waktu sehingga mempengaruhi debit dan volume air limpasan. Durasi hujan merupakan waktu berlangsungnya hujan dengan intensitas tertentu. Distribusi curah hujan mempengaruhi laju dan volume air yang mengalir di DAS. Faktor karakteristik DAS berpengaruh pada aliran permukaan air berupa bentuk DAS, topografi, dan tata guna lahan. Bentuk DAS mempengaruhi waktu tempuh yang dibutuhkan air untuk mengalir dari titik terjauh sampai ke titik kontrol. Bentuk DAS berkaitan dengan waktu penyebaran atau intensitas curah hujan. Topografi berkaitan dengan kemiringan dan bentuk lereng DAS dimana mempengaruhi waktu air hujan untuk sampai ke sungai.

Suhu air Sungai Banjir Kanal Timur berkisar antara 27,6 – 32,5 °C. Nilai suhu tertinggi pada ketiga ulangan terdapat di stasiun III yang berkisar antara 30,5 – 32,5 °C. Hal ini dipengaruhi oleh waktu pengambilan data, dimana data diambil dari pagi hingga siang hari secara berurutan dari stasiun I menuju stasiun III sehingga stasiun III memiliki nilai suhu tertinggi. Pengambilan data pada ulangan 2 memiliki nilai suhu terendah bila dibandingkan dengan pengambilan data ulangan 1 dan 3 yaitu berkisar antara 27,6 – 30,5 °C. Hal ini dikarenakan saat pengambilan data cuaca sedang mendung dan berawan. Cuaca yang terik menyebabkan intensitas cahaya matahari yang masuk ke dalam badan perairan semakin tinggi sehingga menyebabkan suhu air naik. Menurut Silalahi *et al.* (2017), suhu perairan sangat dipengaruhi oleh musim atau kondisi awan, proses

interaksi air dan udara, geografis, dan hembusan angin. Nilai tinggi rendahnya suhu air juga dapat dipengaruhi oleh intensitas sinar matahari dan vegetasi di sekitar bantaran sungai. Vegetasi di sekitar sungai memiliki fungsi sebagai penyerap kelembapan, stabilator suhu, pemasok oksigen, serta penyerap karbon dioksida. Sinar matahari langsung pada lokasi pengambilan sampel air di lokasi terbuka memiliki pengaruh yang besar (Maulianawati *et al.*, 2018).

Suhu memiliki pengaruh terhadap kehidupan biota sehingga suhu air harus dalam keadaan optimum sesuai suhu alamiahnya. Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 22 Tahun 2021 menetapkan baku mutu suhu untuk air sungai kelas III yaitu deviasi 3. Menurut Boyd (1979) dalam Aldiperdia *et al.* 2022, suhu perairan di daerah tropis berkisar antara 25 – 32 °C masih layak untuk kehidupan organisme perairan. Berdasarkan hasil penelitian, ketiga stasiun masih memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan yaitu deviasi 3 suhu alamiah sehingga nilai yang diperbolehkan adalah 22 – 35 °C. Menurut Salim *et al.* (2017), suhu air mempengaruhi kehidupan biota serta proses kimia dan fisika air. Kenaikan suhu air dapat menyebabkan aktivitas biologis meningkat. Peningkatan aktivitas biologis menyebabkan rendahnya kadar oksigen terlarut karena aktivitas biologis membutuhkan oksigen untuk menguraikan bahan organik.

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh bahwa *Total Suspended Solid* (TSS) tertinggi berada di stasiun III dengan rerata 28 mg/L sedangkan nilai TSS terendah berada di stasiun II dengan rerata 14 mg/L. TSS dipengaruhi oleh kecepatan arus, debit, serta jumlah partikel yang masuk dalam badan perairan. Menurut Siswanto (2015), daerah dengan kecepatan arus lebih besar memiliki nilai TSS yang tinggi. Hal ini diperkuat oleh Haeruddin *et al.* (2019), yang menyatakan bahwa agregasi menyebabkan butiran TSS membesar sehingga terjadi pengendapan. Ukuran partikel yang membesar menyebabkan gaya gravitasi tinggi. Apabila daya dorong arus sungai tidak

melampaui gaya gravitasi, maka butiran akan mengendap di dasar sungai.

Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 22 Tahun 2021 menetapkan bahwa baku mutu *Total Suspended Solid* (TSS) untuk air sungai kelas III yaitu 100 mg/L. Berdasarkan hasil pengukuran diperoleh bahwa ketiga stasiun dan ketiga ulangan memenuhi baku mutu TSS yang ditetapkan. Hal ini menunjukkan bahwa kondisi perairan cukup baik karena jika nilai TSS tidak melewati baku mutu yang telah ditetapkan maka akan mempermudah proses fotosintesis oleh biota air. Hal ini diperkuat oleh Ruhmawati *et al.* (2017), menyatakan bahwa tingginya kadar TSS dalam suatu perairan dapat menghalangi cahaya matahari masuk ke dalam air dan menyebabkan terganggunya fotosintesis. Terganggunya proses fotosintesis menyebabkan kandungan oksigen terlarut dari fotosintesis tanaman air turun. Penurunan kadar oksigen terlarut dalam air menyebabkan ekosistem akuatik terganggu.

Nilai pH air Sungai Banjir Kanal Timur berkisar antara 7,7 – 8,5. Berdasarkan data yang diperoleh menunjukkan perairan secara umum dalam kondisi basa. Buangan limbah domestik ke dalam badan perairan secara langsung dapat mengubah nilai pH menjadi asam atau basa. Sepanjang Sungai Banjir Kanal Timur terdapat banyak pemukiman warga dan industri skala kecil oleh masyarakat yang limbahnya dibuang ke sungai sehingga dapat mempengaruhi nilai pH. Menurut Sulistia dan Septisya (2019), berbagai aktivitas manusia yang mengakibatkan sistem pembuangan limbah rumah tangga atau limbah domestik seperti air buangan dari kamar mandi dan dapur yang akan mengakibatkan pencemaran sehingga dapat merugikan manusia. Menurut Siswanto *et al.* (2021), ikan air tawar secara umum dapat hidup dengan baik pada air berkondisi sedikit asam berkisar antara 6,5 – 8, pH yang baik untuk perkembangbiakan ikan berkisar 6,4 – 7 menyesuaikan dengan jenis ikan sedangkan nilai pH optimal untuk ikan berkisar 6,5 – 8,5.

Data salinitas diketahui untuk menunjukkan ada atau tidaknya pengaruh air laut terhadap air sungai pada stasiun III mengingat lokasinya yang paling dekat dengan muara sungai. Stasiun I dan II tidak terdapat pengaruh masukkan air laut sama sekali karena letaknya jauh dari muara sungai. Stasiun III yang memiliki salinitas rerata sebesar 2 ppt pada ulangan ke-3 menandakan adanya pengaruh air laut. Kenaikan salinitas air disebabkan oleh beberapa faktor seperti pasang surut air laut, curah hujan, dan pergerakan angin. Arah angin dapat mempengaruhi pergerakan arus permukaan air yang akan memungkinkan terjadinya pencampuran antara air laut dengan air sungai. Menurut Meidji *et al.* (2020), arah arus permukaan lebih cenderung mengikuti arah angin. Pengadukan pada lapisan permukaan air oleh angin mempengaruhi distribusi salinitas menjadi homogen. Saat terjadi arus pasang surut sebaran salinitas lebih renggang, sedangkan saat terjadi arus

non-pasang surut sebaran salinitasnya relatif lebih sempit.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan diperoleh bahwa *Dissolved Oxygen* (DO) air Sungai Banjir Kanal Timur antara 2,7 – 6,4 mg/L. Nilai terendah berada di stasiun I ulangan 3 sedangkan nilai tertinggi berada di stasiun III ulangan 1. Stasiun I memiliki nilai DO terendah disebabkan oleh padatnya pemukiman penduduk dibandingkan stasiun II dan III. Banyaknya aktivitas manusia di sekitar sungai menghasilkan sampah dan limbah domestik lebih banyak. Limbah yang dibuang secara langsung ke badan perairan dapat menyebabkan bahan organik maupun anorganik meningkat. Sampah atau limbah yang masuk ke perairan selanjutnya diuraikan oleh mikroorganisme. Proses penguraian bahan organik dan anorganik tersebut membutuhkan oksigen sehingga kandungan oksigen di air berkurang. Hal ini diperkuat oleh Yolanda *et al.* (2016), penurunan kadar oksigen terlarut disuatu perairan diakibatkan oleh proses pembusukan bahan organik, respirasi biota, serta pelepasan oksigen ke udara.

*Dissolved Oxygen* (DO) merupakan komponen penting yang diperlukan oleh semua makhluk hidup sehingga keberadaannya harus terjamin. Berdasarkan Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 22 Tahun 2021 menetapkan bahwa baku mutu DO untuk air sungai kelas III adalah 3 mg/L. Hasil penelitian menunjukkan bahwa stasiun I ulangan 1 dan 3 serta stasiun II ulangan 3 memiliki nilai DO kurang dari 3 yang artinya tidak memenuhi baku mutu minimum yang telah ditetapkan. Selain stasiun dan ulangan yang disebutkan telah memenuhi baku mutu. Keberadaan oksigen sangat diperlukan oleh makhluk hidup untuk respirasi, proses metabolisme, serta degradasi bahan organik dan anorganik sehingga jumlah oksigen dalam air harus terpenuhi. Jika oksigen terlarut terlalu rendah maka akan membahayakan biota yang hidup pada ekosistem tersebut dan menyebabkan terganggunya komponen fisika kimia air lainnya. Hal ini diperkuat oleh Fardiaz (2012), menyatakan bahwa konsentrasi oksigen terlarut yang terlalu rendah akan mengakibatkan ikan-ikan dan binatang lainnya yang membutuhkan oksigen mati. Konsentrasi oksigen terlarut terlalu tinggi juga dapat mengakibatkan proses pengkaratan semakin cepat karena sifat oksigen yang mengikat hidrogen yang melapisi permukaan logam.

*Biological Oxygen Demand* (BOD) air Sungai Banjir Kanal Timur berkisar antara 7,9 – 43,4 mg/L. Kandungan BOD yang tinggi di stasiun penelitian dikarenakan adanya masukan limbah domestik dari pemukiman sekitar. Limbah yang dibuang langsung ke sungai akan menyebabkan nilai BOD tinggi karena akan terjadi banyak proses penguraian bahan organik oleh mikroorganisme yang membutuhkan oksigen dalam prosesnya. Berdasarkan hasil penelitian, terlihat bahwa pada stasiun I dan II ulangan ke – 3 memiliki nilai DO terendah jika dibanding dengan ulangan 1 dan 2 dimana pada ulangan 3 stasiun I dan II memiliki nilai

BOD paling tinggi juga jika dibandingkan dengan ulangan 1 dan 2. Hal ini menunjukkan bahwa terjadi proses penguraian yang tinggi oleh mikroorganisme. Penelitian Triwulandari dan Cahyonugroho (2023), menunjukkan bahwa nilai BOD Sungai Gandong pada titik 1 sebesar 6 mg/L dan titik 2 sebesar 7 mg/L. Nilai BOD di titik 2 lebih tinggi dikarenakan di area tersebut dekat dengan pemukiman penduduk, pasar, dan banyak aktivitas manusia dibandingkan dengan titik 1.

Baku mutu BOD air sungai kelas III menurut Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 22 Tahun 2021 adalah 6 mg/L. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa setiap stasiun dan ulangan memiliki nilai lebih dari 6, sehingga tidak memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan. Nilai BOD yang tinggi disuatu perairan menyebabkan perairan tersebut memiliki kadar oksigen terlarut yang rendah sebab digunakan oleh mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik. Perairan dengan kadar oksigen terlarut rendah dapat membahayakan kelangsungan hidup organisme. Menurut Kurnianti *et al.* (2020), konsentrasi BOD yang tinggi pada perairan menandakan perairan tercemar. Kualitas air dan produktifitas sumberdaya perairan terjadi penurunan saat kandungan BOD tinggi karena dapat menurunkan nilai DO. Konsentrasi DO yang rendah dapat mempengaruhi kehidupan organisme di dalam suatu perairan karena oksigen terlarut dibutuhkan untuk proses respirasi, pertumbuhan, dan bereproduksi.

Berdasarkan hasil pengukuran diperoleh bahwa nilai *Chemical Oxygen Demand* (COD) berkisar antara 45,68 – 97,26 mg/L. Stasiun I memiliki nilai COD tinggi dikarenakan daerah tersebut merupakan kawasan padat penduduk sehingga banyak limbah domestik yang dibuang ke sungai. Terdapat banyak sampah terlihat di stasiun I yang menyebabkan kandungan bahan organik maupun anorganik dalam air tinggi. Stasiun III memiliki nilai COD ditinggi karena terdapat pemukiman nelayan disalah satu sisi sungai dan lokasi tersebut dijadikan tempat sandar kapal

serta jalut transportasi bagi nelayan untuk melaut. Tumpahan bahan bakar serta pelumas, pencucian, dan perawatan kapal yang terjadi disekitar sungai dapat menyebabkan masuknya bahan pencemar ke air. COD merupakan salah satu indikator untuk menunjukkan pencemaran air. Semakin tinggi COD air maka semakin tercemar badan perairan. Hal ini disebabkan semakin banyak oksigen yang dibutuhkan air untuk melakukan pemurnian diri (Silaen *et al.*, 2023).

Berdasarkan Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 22 Tahun 2021 menetapkan bahwa baku mutu COD untuk air sungai kelas III adalah 40 mg/L. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua stasiun di tiap ulangan melebihi 40 mg/L yang artinya tidak memenuhi batas maksimal yang ditetapkan. Kandungan COD dalam air memiliki korelasi kuat dan terbanding terbalik dengan DO. Nilai COD tinggi menunjukkan semakin banyak oksigen yang diperlukan untuk dekomposisi bahan organik serta oksidasi anorganik secara kimiawi. Ketersediaan oksigen yang cukup sangat penting bagi biota sehingga kadar COD perairan tidak boleh terlalu tinggi karena dapat membahayakan biota. Perairan yang tidak tercemar biasanya memiliki kadar COD kurang dari 20 mg/L (Effendi, 2003).

#### Beban Pencemaran TSS, BOD, dan COD

Beban pencemar Sungai Bajor Kanal Timur dianalisis berdasarkan variabel utama penelitian yaitu TSS, BOD, dan COD. Beban pencemaran Sungai Banjir Kanal Timur tertinggi yaitu pada variabel COD dengan rata-rata 3.552,19 - 29.093,80 kg/hari. Beban pencemaran COD terendah terdapat pada stasiun I sedangkan beban pencemaran tertinggi pada stasiun III yang merupakan stasiun terdekat dengan muara sungai. Nilai beban pencemaran TSS berkisar antara 487,30 – 18.035,14 kg/hari. Nilai terendah berada di stasiun II ulangan ke-3 dan tertinggi berada di stasiun III ulangan ke-3. Beban pencemaran BOD berkisar antara 375,41 – 37.272,61 kg/hari dengan nilai tertinggi berada di stasiun III.

**Tabel 6.** Beban Pencemaran Sungai Banjir Kanal Timur

Stasiun	Ulangan	Beban Pencemaran		
		TSS (kg/hari)	BOD (kg/hari)	COD (kg/hari)
I	1	665,28	375,41	3.246,57
	2	1.503,36	658,37	5.041,96
	3	984,96	1.280,45	2.368,05
	Rataan	1051,20	771,41	3.552,19
	SD	422,95	462,99	1.362,90
II	1	736,13	509,16	4.287,33
	2	954,72	803,09	4.279,95
	3	487,30	1.051,75	2.368,26
	Rataan	726,05	788,00	3.645,18
	SD	233,87	276,07	1.105,85
III	1	3.568,32	4.562,35	24.789,63
	2	5.975,42	2.091,40	18.735,09
	3	18.035,14	37.272,61	43.756,68
	Rataan	9.192,96	14.642,12	29.093,80
	SD	7.751,55	19.637,48	13.054,28

Stasiun II memiliki beban pencemaran TSS terendah dikarenakan lokasinya tidak dekat dengan pemukiman warga serta memiliki arus terendah. Hal ini diperkuat oleh Rahayu *et al.* (2018), sektor domestik yang berkontribusi memberikan beban pencemaran air berasal dari aktivitas manusia yaitu limbah *black water* (kotoran manusia) dan *grey water* (limbah cair berasal dari aktivitas mencuci, mandi, dan dapur). Jumlah penduduk dan jarak pemukiman dengan Sungai Cikapundung mempengaruhi nilai beban pencemaran. Semakin dekat jarak pemukiman dengan sungai, maka semakin besar kontribusi sektor domestik terhadap beban pencemaran. Selain itu, arus dan debit air juga mempengaruhi tinggi rendahnya beban pencemaran. Arus air yang relatif tenang di stasiun II menyebabkan partikel mengendap dan hasil pengukuran TSS rendah sehingga beban pencemaran yang dihasilkan juga rendah. Menurut Butler dan Ford (2018), aliran arus air sungai yang lebih tinggi (akibat badai atau pertambahan debit yang dikendalikan secara musiman) dapat membawa partikel dengan ukuran dan massa yang lebih besar, sementara partikel yang lebih besar pada umumnya mengendap di dasar sungai pada debit yang rendah. Stasiun III memiliki beban pencemaran paling tinggi dikarenakan stasiun III dekat dengan muara yang merupakan tempat beban pencemaran terakumulasi. Selain itu aktivitas lalu lintas kapal nelayan dapat menyebabkan teraduknya air sungai sehingga kandungan TSS tinggi.

Beban pencemaran BOD pada Sungai Banjir Kanal Timur berkisar antara 375,41 – 37.272,61 kg/hari. Rata-rata beban pencemaran BOD pada stasiun III lebih tinggi dibandingkan stasiun I dan II. Hal ini karena pada stasiun III yang merupakan lokasi terakhir penelitian terletak di dekat muara sehingga beban pencemaran sungai dari hulu terakumulasi di stasiun III tepatnya di bagian muara sungai. Menurut Haeruddin *et al.* (2019), air sungai membawa berbagai bahan pencemar mengalir dari hulu ke hilir dan terakumulasi di estuari, sehingga bahan pencemar tersebut memiliki konsentrasi lebih besar di estuari jika dibandingkan bagian sungai yang lain. Nilai beban pencemaran BOD dipengaruhi oleh hasil pengukuran BOD dan debit sungai. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai debit terbesar berada di stasiun III ulangan ke – 3 yaitu 9,94 m<sup>3</sup>/s dan stasiun pengamatan tersebut memiliki beban pencemaran BOD tertinggi sebesar 37.272,61 kg/hari. Hal ini diperkuat oleh Wahyuningsih *et al.* (2021), debit dan BOD unsur pencemar mempengaruhi nilai beban pencemaran. Semakin besar nilai debit dan BOD pada suatu perairan menyebabkan beban pencemaran tinggi. Pengukuran beban pencemaran BOD menjadi indikator untuk mengetahui tingkat pencemaran organik dalam air. Limbah yang masuk ke Sungai Banjir Kanal Timur merupakan limbah domestik yang berasal dari pemukiman sekitar sungai dan limbah industri mikro masyarakat seperti rumah makan, salon, dan bengkel. Serasah dari pohon sekitar sungai

juga memiliki peran dalam menambah keberadaan bahan organik dalam air.

Nilai beban pencemaran COD pada Sungai Banjir Kanal Timur berkisar antara 2.368,05 – 43.756,68 kg/hari. Beban pencemaran COD tertinggi berada di stasiun III yaitu 43.756,68 kg/hari sedangkan beban pencemaran COD terendah berada di stasiun I sebesar 2.368,05 kg/hari. Tinggi rendahnya beban pencemar dipengaruhi oleh debit dan kadar zat pencemar dalam air. Beban pencemaran berbanding lurus dengan debit dan kadar zat pencemar. Semakin tinggi debit dan kadar zat pencemar, maka nilai beban pencemaran perairan semakin tinggi (Christiana *et al.*, 2020). Hal tersebut selaras dengan hasil penelitian debit tertinggi di stasiun III ulangan ke – 3 dan beban pencemaran COD tertinggi berada di stasiun dan ulangan yang sama. COD merupakan parameter penting dalam beban pencemaran sungai karena menggambarkan kandungan bahan pencemar organik maupun anorganik dalam air. Menurut Li *et al.* (2017), dampak pencemaran yang paling relevan dari limbah adalah kandungan bahan organik. Tingkat pencemaran bahan organik di badan air dapat diketahui dengan menganalisis kandungan COD dan BOD yang menguraikan bahan organik secara kimiawi dan biologi. COD memiliki keunggulan dari BOD karena nilai BOD sulit untuk distandarisasi dan memerlukan waktu yang lama (lima hari). BOD tidak dapat memberikan informasi mengenai oksidasi bahan anorganik, namun COD dapat melengkap kekurangan tersebut.

Secara keseluruhan, Sungai Banjir Kanal Timur memiliki beban pencemaran rata-rata TSS, BOD, dan COD secara berurutan sebesar 3.656,74 kg/hari, 5.400,51 kg/hari, dan 12.097,06 kg/hari. Penelitian terdahulu oleh Putranto dan Susanto (2019), menunjukkan bahwa estimasi rata-rata beban pencemaran domestik Sungai Banjir Kanal Timur variabel TSS sebesar 4.463,09 kg/hari, rata-rata beban pencemar BOD sebesar 4.697,99 kg/hari, dan rata-rata beban pencemaran COD sebesar 6.459,71 kg/hari. Hal ini menunjukkan bahwa beban pencemaran yang dihasilkan Sungai Banjir Kanal Timur untuk variabel TSS lebih rendah sedangkan beban pencemaran BOD dan COD lebih tinggi jika dibandingkan dengan penelitian terdahulu. Penelitian Christiana *et al.* (2020), menunjukkan bahwa rata-rata beban pencemaran Sungai Mahap pada musim kemarau untuk TSS sebesar 11.728,4 kg/hari, rata-rata beban pencemaran BOD sebesar 18.515,2 kg/hari, dan rata-rata beban pencemaran COD sebesar 43.084 kg/hari. Rata-rata beban pencemaran saat musim hujan untuk TSS sebesar 15.760,2 kg/hari, rata-rata beban pencemaran BOD sebesar 27.329,2 kg/hari, dan rata-rata beban pencemaran COD sebesar 67.980 kg/hari. Musim mempengaruhi jumlah beban pencemaran karena saat musim hujan debit air meningkat. Apabila total beban pencemaran Sungai Mahap dibandingkan



dengan Sungai Banjir Kanal Timur, total beban pencemaran TSS, BOD, dan COD Sungai Banjir Kanal Timur lebih rendah.

#### Status Mutu Air Sungai Banjir Kanal Timur

Evaluasi Indeks Pencemaran ( $PI_j$ ) yang diperoleh menunjukkan bahwa Sungai Banjir Kanal Timur pada ketiga stasiun termasuk dalam kategori cemar ringan dengan masing-masing nilai untuk stasiun I, II, dan III adalah 2,98; 3,05; dan 3,86. Kategori cemar ringan berdasarkan Metode Indeks Pencemaran jika memiliki nilai berkisar antara  $1,0 < PI_j \leq 5,0$ .

**Tabel 7.** Status Mutu Air Sungai Banjir Kanal Timur

Stasiun	Nilai $PI_j$	Keterangan*
I	2,98	Cemar Ringan
II	3,05	Cemar Ringan
III	3,86	Cemar Ringan

\*) Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 115 Tahun 2003

Hasil pengukuran mutu air Sungai Banjir Kanal Timur yang diperoleh dianalisis menggunakan metode Indeks Pencemaran (IP) yang mengacu pada Keputusan Menteri (Kepmen) Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003 tentang Pedoman Penentu Status Mutu Air. Variabel yang digunakan adalah Suhu, pH, DO, TSS, BOD, dan COD. Sungai Banjir Kanal Timur menggunakan acuan baku mutu kelas III yang peruntukannya dapat digunakan untuk budidaya ikan air tawar, peternakan, mengaliri tanaman, dan/atau peruntukan lain yang mensyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut (Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup). Berdasarkan penelitian terdahulu, baku mutu yang digunakan untuk menganalisis pencemaran air Sungai Banjir Kanal Timur metode Indeks Pencemaran yaitu baku mutu kelas III berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (Harahap *et al.*, 2020 dan Wibowo, 2023).

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh Indeks Pencemaran ( $PI_j$ ) Sungai Banjir Kanal Timur berkisar antara 2,98 – 3,86 yang artinya tergolong dalam cemar ringan. Indeks pencemaran tertinggi berada di stasiun III yang bernilai 3,86. Stasiun III memiliki indeks pencemaran tertinggi dikarenakan lokasinya yang berada paling dekat dengan muara sungai sehingga bahan pencemar dari hulu terbawa dan terakumulasi di daerah muara. Selain itu, pemukiman dan aktivitas kapal nelayan memiliki andil dalam masukan bahan pencemar ke sungai. Terdapat aktivitas pengecatan kapal, pencucian kapal, serta bongkar hasil tangkapan oleh nelayan di stasiun III sehingga menyebabkan masukan pencemar ke sungai. Menurut Nasution dan Afdal (2016), transportasi dan tumpahan bahan bakar perahu atau kapal bermotor merupakan sumber pencemaran. Tingginya nilai TDS

pada titik M4 dipengaruhi oleh banyaknya aktivitas kapal nelayan maupun penumpang yang berada di lokasi tersebut.

Nilai Indeks Pencemaran ( $PI_j$ ) stasiun I dan II tidak berbeda jauh. Stasiun I memiliki nilai terendah yaitu 2,98 dan stasiun II bernilai 3,05. Kedua stasiun ini termasuk dalam kategori cemar ringan. Tinggi rendahnya nilai indeks pencemaran disuatu perairan dipengaruhi oleh hasil pengukuran variabel kualitas air dimana tiap stasiun memiliki nilai yang berbeda tergantung dengan jenis zat dan jumlah zat pencemar yang masuk ke air. Perbedaan nilai indeks pencemaran disebabkan oleh keadaan perbedaan topografi yang membuat beberapa daerah lebih mudah mendapat limpasan air. Aktivitas antropogenik di tiap lokasi juga terkait dengan jumlah indeks pencemaran (Izah *et al.*, 2017).

Penelitian terdahulu di Sungai Banjir Kanal Timur menunjukkan bahwa Stasiun I dan II yang berada segmen hulu dalam kondisi baik dengan nilai  $PI_j$  secara berurutan sebesar 0,82 dan 0,84. Stasiun III yang merupakan segmen tengah sungai telah tercemar kategori cemar ringan dengan nilai  $PI_j$  1,53 (Wibowo, 2023). Penelitian terdahulu menunjukkan nilai Indeks Pencemaran di muara Sungai Banjir Kanal Timur berkisar antara 5,80 – 9,29 yang tergolong dalam kategori cemar sedang (Harahap *et al.* 2020). Apabila dibandingkan dengan penelitian terdahulu, menunjukkan bahwa nilai Indeks Pencemaran Sungai Banjir Kanal Timur meningkat dari hulu menuju hilir. Hal ini menggambarkan bahwa semakin menuju kearah muara, air sungai semakin tercemar. Menurut Marwan (2015), penampung limbah paling akhir adalah bagian muara sungai, hal ini dikarenakan daerah tersebut merupakan pertemuan antara air sungai dan air laut. Limbah terakumulasi di muara karena air dari hulu ditahan oleh air laut sebelum akhirnya perlahan bergabung dengan air laut sehingga semua limbah yang diterima sungai diperkirakan berada di muara yang mengakibatkan kualitas air muara sungai menurun.

Indeks Pencemaran ( $PI_j$ ) Sungai Banjir Kanal Timur secara keseluruhan yaitu 3,83 yang masuk dalam kategori cemar ringan karena memiliki nilai  $PI_j$  antara  $1,0 < PI_j \leq 5,0$ . Hasil evaluasi indeks pencemaran Sungai Banjir Kanal Timur menunjukkan bahwa sungai telah tercemar kategori cemar ringan sehingga kurang layak digunakan sesuai peruntukan kelas III yaitu untuk kegiatan budidaya ikan air tawar, peternakan, mengaliri tanaman, dan/atau peruntukan lain yang mensyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut. Hasil pengukuran variabel BOD dan BOD jauh melebihi baku mutu yang ditetapkan dan beberapa hasil pengukuran DO belum memenuhi baku mutu. Keadaan perairan berpotensi membahayakan biota atau masyarakat sekitar yang memanfaatkan sungai sesuai peruntukan kelas III. Penanganan dalam upaya pengelolaan sungai yang tercemar ringan dapat dilakukan dengan berfokus pada tindakan pencegahan, perbaikan, dan

pemeliharaan kualitas air. Menurut Kospa dan Rahmadi (2019), status mutu air yang tercemar menunjukkan perlunya dilakukan pengendalian pencemaran air untuk memulihkan sesuai dengan peruntukannya dan mencegah terjadi pencemaran lebih berat. Upaya pengendalian Sungai Sekanak yang tercemar ringan yaitu dengan melakukan restorasi dan revitalisasi sungai oleh pemerintah. Langkah ini tidak dapat berjalan tanpa diiringi pembenahan aspek sosio-ekologis untuk memberi efek jangka panjang. Peran dan kesadaran masyarakat untuk tidak membuang sampah ke sungai menjadi tantangan dalam upaya pelestarian sungai.

### Rasio BOD/COD

Rasio BOD/COD stasiun I-III memiliki rata-rata berkisar antara 0,25 – 0,38 yang artinya sifat limbah yang mengalir di Sungai Banjir Kanal Timur bersifat *non-biodegradable* dan perlu dilakukan *treatment*. Hasil perhitungan rasio BOD/COD tersaji pada Tabel 7. Rasio BOD/COD dalam kisaran 0,2 – 0,5 mengindikasikan perairan tersebut dapat mendegradasi bahan-bahan pencemar dengan proses biologis, namun prosesnya dalam menguraikan bahan organik akan membutuhkan waktu cukup lama dikarenakan mikroorganisme pengurai membutuhkan aklimatisasi dengan limbah (Tamyiz, 2015).

Penelitian terdahulu di Sungai Bah Bolon diperoleh hasil perhitungan rasio BOD/COD berkisar antara 0,04 – 0,09 yang menunjukkan bahwa polutan yang mengalir di Sungai Bah Bolon bersifat *non-biodegradable* atau sulit untuk diuraikan oleh mikroorganisme (Simangunsong et al. 2023). Rasio BOD/COD Sungai Banjir Kanal Timur dan Sungai Bah Bolon menunjukkan bahwa kedua sungai sama-sama dialiri polutan yang bersifat *non-biodegradable*. Rasio BOD/COD yang rendah mengindikasikan bahwa polutan yang masuk ke perairan sukar terurai oleh mikroorganisme. Menurut Muslimah (2015), limbah yang bersifat *biodegradable* meliputi sisa makanan, daun, rumput, sisa sayuran, tumbuhan, dan sisa pencernaan makhluk hidup. Limbah yang bersifat *non-biodegradable* seperti kaleng kemasan makanan dan minuman, kaca, kain, logam, *sterofoam*, dan plastik. Polutan *non-biodegradable* atau sulit diuraikan oleh alam yang sering dijumpai adalah plastik. Hal ini disebabkan penggunaan plastik di hampir segala aspek kehidupan karena sifatnya yang ringan, tahan lama, dan harganya cukup terjangkau (Humaerah dan Rasyid, 2024).

Nilai rasio BOD/COD di suatu perairan menunjukkan kemampuan biodegradabilitas dari air limbah, dimana semakin tinggi rasio, biodegradabilitas air limbah semakin rendah (Tamyiz, 2015). Upaya yang dapat dilakukan untuk mengontrol rasio BOD/COD suatu perairan dapat dilakukan dengan melakukan pemeliharaan secara alamiah (*natural treatment*), *physical treatment*, *chemical treatment*, *biological treatment*, *phototreatment*, serta kombinasi dari beberapa *treatment*. (Samudro dan Mangkoedihardjo, 2010). Penelitian terdahulu

mengenai upaya peningkatan rasio BOD/COD metode *phototreatment* dengan memanfaatkan tanaman eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) menunjukkan bahwa dalam waktu dua bulan, rasio BOD/COD 0,05-0,11 meningkat menjadi 0,3-0,5 sehingga air limbah berada dalam zona *biodegradable* (Mangkoedihardjo, 2006).

### KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat diperoleh kesimpulan bahwa konsentrasi TSS, BOD, COD pada stasiun I-III di Sungai Banjir Kanal Timur secara berurutan berkisar antara 2-29 mg/L, 7,9-43,4 mg/L, dan 45,68-97,26 mg/L. Sungai Banjir Kanal Timur menghasilkan beban pencemar TSS, BOD, COD masing-masing berkisar antara 96,77-18.035,14 kg/hari, 348,11-37.272,61 kg/hari, dan 2.368,05-43.756,68 kg/hari. Sungai Banjir Kanal Timur telah tercemar dengan kategori cemar ringan pada tiap stasiun dengan kisaran Indeks Pencemaran (PIj) 2,98-3,86. Sifat polutan yang mengalir di Sungai Banjir Kanal Timur adalah *non-biodegradable* pada stasiun I dan II, sedangkan stasiun III perlu dilakukan *treatment*.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih diucapkan kepada semua pihak atas bimbingan dan saran yang diberikan sehingga penelitian ini dapat terselesaikan.

### DAFTAR PUSTAKA

- Adi, H.P dan Wahyudi, S.I. 2022. Edukasi Partisipasi Masyarakat Kelurahan Pandean Lamper dalam Pemeliharaan Bantaran Sungai Banjir Kanal Timur Semarang. *Indonesian Journal of Community Services*, 4(1): 41-48.
- Afwa, R.S., Muskananfolo, M.R. Rahman, A. Suryanti, dan Sabdaningsih, A. 2021. Analisis Beban dan Status Pencemaran Bahan Organik di Sungai Beringin Semarang. *Indonesian Journal of Chemical Science* 10(3): 168-178.
- Akhirul, Witara, Y. Umar, I., dan Erianjoni. 2020. Dampak Negatif Pertumbuhan Penduduk Terhadap Lingkungan dan Upaya Mengatasinya. *Jurnal Kependudukan dan Pembangunan Lingkungan*, 1(3): 76-84.
- Aini, Sriasih, M., dan Kisworo. D. 2017. Studi Pendahuluan Cemaran Air Limbah Rumah Potong Hewan di Kota Mataram. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 15(1): 42-48.
- Aldiperdia, Handayani, T., dan Veronica, E. 2022. Analisis Kualitas Air Akibat Penambangan Emas di Sungai Manuhing Kabupaten Gunung Mas.
- Badan Pusat Statistik. 2024. Kota Semarang dalam Angka 2024. BPS Kota Semarang: Semarang.

- Butler, B.A. dan Ford, R.G. 2018. *Evaluating Relationship Between Total Dissolved Solid (TDS) and Total Suspended Solids (TSS) in a Mining-Influenced Watershed. Mine Water Environ*, 37(1): 18-30
- Christiana, R., Anggraini, I.M., dan Syahwanti, H. 2020. *Analisis Kualitas Air dan Status Mutu Serta Beban Pencemaran Sungai Mahap di Kabupaten Sekadau Kalimantan Barat. Serambi Engineering*, V(20): 941-950.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Fardiaz, S. 2012. *Polusi Air & Udara*. Yogyakarta: Kanisius.
- Fitriyani, N.P.V. 2022. *Analisis Debit Air di Daerah Aliran Sungai (DAS)*. *Ilmuteknik.org*, 2(2): 1-10.
- Haeruddin, Purnomo, P.W., dan Febrianto. S. 2019. *Beban Pencemaran, Kapasitas Asimilasi, dan Status Pencemaran Estuari Banjir Kanal Barat, Kota Semarang, Jawa Tengah. Journal of Natural Resources and Environmental Management*, 9(3): 723-735.
- Harahap, M.K.A., Rudiyaniti, S., dan Widyorini, N. 2020. *Analisis Kualitas Perairan Berdasarkan Konsentrasi Logam Berat dan Indeks Pencemaran di Sungai Banjir Kanal Timur Semarang. Jurnal Pasir Laut*, 4(2): 108-115.
- Humaerah, S.A. dan Rasyid, A.E.W. 2024. *Korelasi Kualitas Air Terhadap Kelimpahan Mikroplastik di Perairan Laut Galesong Utara pada Kondisi Surut. Cokroaminoto Journal of Chemical Science*, 6(1): 5-9.
- Izah, S.C., Basse, S.E., dan Ohimain, E.I. 2017. *Assessment of Pollution Load Indices of Heavy Metals in Cassava Mill Effluents Contaminated Soil: a Case Study of Small-scale Processors in a Rural Community in the Niger Delta, Nigeria. Bioscience Methods*, 8 (1): 1-17.
- Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air.
- Kospa, H.S.D dan Rahmadi. 2019. *Pengaruh Perilaku Masyarakat Terhadap Kualitas Air di Sungai Sekanak Kota Palembang. Jurnal Ilmu Lingkungan*, 17(2): 212-221.
- Kurnianti, L.Y., Haeruddin, dan Rahman, A. 2020. *Analisis Beban dan Status Pencemaran BOD dan COD di Kali Asin, Semarang. Journal of Fisheries and Marine Research*, 4 (3): 379-388.
- Li, J., Luo, G., He, L., Xu, J., dan Lyu, L. 2017. *Analytical Approaches for Determining Chemical Oxygen Demand in Water Bodies: a Review. Critical Reviews in Analytical Chemistry*, 48(1): 47-65.
- Mangkoedihardjo, S. 2006. *Biodegradability Improvement of Industrial Wastewater using Hyacinth. Journal of Applied Science*, 6(6): 1409-1414.
- Maulianawati, D., Herman, M.I., Ismail, M., Fiandaka, M.O.A., Sadrianto, Tarfin, dan Irawati, H. 2018. *Asesmen Kualitas Air Permukaan di Sungai Pamusian Kota Tarakan. Jurnal Harpodon Borneo*, 11(2): 97-103.
- Marwan, I. 2015. *Uji Kualitas Air Muara Sungai Lais untuk Perikanan di Bengkulu Utara. Jurnal Agroqua*, 13(2): 24-33.
- Meidji, I.U., Mudin, Y., Jayadi, H., dan Botjing, M.U. 2020. *Model 2D Coherens Angin Terhadap Pola Arus Permukaan dan Distribusi Salinitas di Muara Sungai Palu. Jurnal Fisika dan Terapannya*, 7(1): 1-14.
- Muslimah. 2015. *Dampak Pencemaran Tanah dan Langkah Pencegahan. Jurnal Penelitian Agrisamudra*, 2(1): 11-20.
- Nasution, F.D. dan Afdal. 2016. *Profil Pencemaran Air Sungai di Muara Batang Arau Kota Padang dari Tinjauan Fisis dan Kimia. Jurnal Fisika Unand*, 5(1): 1-6.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.
- Purnomo, P.W., Soedarsono, P., Ain, C. 2010. *Modul Praktikum Limnologi, Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Jurusan Perikanan. Universitas Diponegoro: Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan*.
- Putranto dan Susanto. 2019. *Kajian Daya Tampung dan Mutu Kelas Air Daerah Aliran Sungai Banjir Kanal Timur, Kota Semarang. Jurnal Wilayah dan Lingkungan*, 7(2): 121-136.
- Rahayu, Y., Juwana, I., dan Marganingrum, D. 2018. *Kajian Perhitungan Beban Pencemaran Air Sungai Di Daerah Aliran Sungai (DAS) Cikapundung dari Sektor Domestik. Jurnal Rekayasa Hijau*, 1(2): 61-71.
- Ruhmawati, T., Sukandar, D., Karmin, M., dan Roni, T. 2017. *Penurunan Kadar Total Suspended Solid (TSS) Air Limbah Pabrik Tahu dengan Metode Fitoremediasi. Jurnal Pemukiman*, 12(1): 25-32.
- Salim, D., Yuliyanto, dan Baharuddin. 2017. *Karakteristik Parameter Oseanografi Fisika-Kimia Pulau Kerumputan Kabupaten Kotabaru Kalimantan Selatan. Jurnal Enggano*, 2(2): 218-228.
- Samudro, G. dan Mangkoedihardjo, S. 2010. *Review on BOD, COD, and BOD/COD Ratio: a Triangle Zone for Toxic, Biodegradable, and Stable Levels. International Journal of Academic Research*, 2(4): 235-239.
- Silalahi, H.N., Manaf, M., dan Alianto. 2017. *Status Mutu Kualitas Air Laut Pantai Maruni Kabupaten Manokwari. Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik*, 1(1): 33-42.

- Silaen, L.S., Manik, R.R.D.S., Handoco, E., dan Simanjuntak, H. 2023. Analisis Kualitas Air Sungai Asahan di Desa Asahan Mati, Kecamatan Tanjung Balai, Kabupaten Asahan. *Jurnal Perikanan*, 13(3): 728-735.
- Simangunsong, E., Afiati, N., dan Haeruddin. 2023. Status Mutu Air Musim Penghujan Sungai Bah Bolon Segmen Kota Pematangsiantar, Sumatera Utara. *Journal of Maquares*, 10(2): 104-111.
- Siswanto, A.D. 2015. Sebaran Total Suspended Solid (TSS) pada Profil Vertikal di Perairan Selat Madura Kabupaten Bangkalan. *Jurnal Kelautan*, 8(1): 26-32.
- Siswanto, Sofarini, D., dan Hanifa, M.S. 2021. Kajian Fisika Kimia Perairan Danau Bangkai Sebagai Dasar Pengembangan Budidaya Ikan. *REKAYASA: Journal of Science and Technology*, 14(2): 245-251.
- Srinivas, T. 2008. *Environmental Biotechnology. New Delhi: New Age International Publisher.*
- Sugiharto. 2005. *Dasar-Dasar Pengelolaan Air Limbah.* Jakarta: Universitas Indonesia (UI-Press).
- Sugiyono. 2013. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D.* Bandung: Alfabeta.
- Sulistia, S. Dan Septisya, A.C. 2019. Analisis Kualitas Air Limbah Domestik Perkantoran. *Jurnal Rekayasa Lingkungan*, 12(1): 41-57.
- Tamyiz, M. 2015. Perbandingan Rasio BOD/COD pada Area Tambak di Hulu dan Hilir Terhadap Biodegradabilitas Bahan Organik. *Journal of Research and Technology*, 1(1): 9-15.
- Triwulandari, A.H. dan Cahyonugroho, O.H. 2023. Analisis Kualitas Air Permukaan Sungai Gandong, Bojonegoro. *INSOLOGI: Jurnal Sains dan Teknologi*, 2(6): 1080-1087.
- Wahyuningsih, S., Novita, E., dan Satya, I.D. 2021. Daya Tampung Sungai Rembagan Terhadap Beban Pencemaran Menggunakan Metode *Streeter-Phelps Method*. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 10(2): 209-219.
- Wibowo, A. H. 2023. Analisis Status Pencemaran Perairan Sungai Banjir Kanal Timur Semarang Menggunakan Metode Indeks Pencemaran. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Yolanda, D.S., Muhsoni, F.F., dan Siswanto, A.D. 2016. Distribusi Nitrat, Oksigen Terlarut, dan Suhu di Perairan Socah-Kamal, Kabupaten Bangkalan. *Jurnal kelautan*, 9(2): 93-98.