

ISSN 1858-1684

Journal Of  
Coastal and Marine  
Resources Management  
<https://ejournal.undip.ac.id/index.php/pasirlaut>

Vol. 4 No. 2 September 2020



# PASIR LAUT

Journal of Coastal and Marine Resources Management



**Scientific Journal published by**  
Magister Program in Aquatic Resources Management  
Faculty of Fisheries and Marine Science  
Universitas Diponegoro Semarang

## DAFTAR ISI

<b>Paper:</b>	<b>Halaman</b>
1. ANALISIS SEBARAN HORIZONTAL DAN TEMPORAL KLOOROFIL-A DAN FITOPLANKTON DI MUARA SUNGAI BANJIR KANAL BARAT, SEMARANG <i>Oleh: Falita Alfat'hani, Agus Hartoko, Nurul Latifah</i>	60 – 68
2. ANALISIS DENSITAS Emerita emeritus TERHADAP TEKSTUR DAN BAHAN ORGANIK SEDIMEN DI PANTAI GLAGAH, KULON PROGO, YOGYAKARTA <i>Oleh: Intan Via Nirmala, Bambang Sulardiono dan Agus Hartoko</i>	69 – 78
3. DISTRIBUSI DAN KELIMPAHAN LARVA IKAN DI PANTAI TELUK AWUR, KABUPATEN JEPARA <i>Oleh: Pingky Alya Elisa, Abdul Ghofar, Anhar Solichin</i>	79 – 85
4. ESTIMASI SERAPAN CO <sub>2</sub> BERDASARKAN SIMPANAN KARBON PADA HUTAN MANGROVE DESA TAMBAKBULUSAN DEMAK JAWA TENGAH <i>Oleh: Mega Wahyu Susilowati, Pujiono Wahyu Purnomo, Anhar Solichin</i>	86 – 94
5. PENGARUH TOTAL SUSPENDED SOLID (TSS) TERHADAP DENSITAS <i>Zooxanthellae</i> PADA KARANG <i>Acropora</i> sp. DALAM SKALA LABORATORIUM <i>Oleh: Raema Farah Rizka, Pujiono Wahyu Purnomo, Aninditia Sabdaningsih</i>	95 – 101
6. POTENSI BAKTERI ASOSIASI TUNIKATA SEBAGAI PENGHASIL SENYAWA ANTIBAKTERI GUNA MENGHAMBAT PERTUMBUHAN BAKTERI <i>MULTIDRUG RESISTANT</i> <i>Oleh: Diah Ayuningrum, Rhesi Kristiana, Meezan Ardhanu Asagabaldan</i>	102 – 107
7. ANALISIS KUALITAS PERAIRAN BERDASARKAN KONSENTRASI LOGAM BERAT DAN INDEKS PENCEMARAN DI SUNGAI BANJIR KANAL TIMUR SEMARANG <i>Oleh: Muhammad Khairul Arika Harahap, Siti Rudiyantri, Niniek Widyorini</i>	108 – 115
8. KADAR LOGAM BERAT Pb, Fe, DAN Cd YANG TERKANDUNG DALAM JARINGAN LUNAK KERANG BATIK ( <i>Paphia undulata</i> ) DARI PERAIRAN TAMBAK LOROK, SEMARANG <i>Oleh: Sri Rahayu Prihati, Djoko Suprpto, Siti Rudiyantri</i>	116 – 123
9. VALUASI EKONOMI EKOSISTEM MANGROVE DI KAWASAN TAMAN PESISIR UJUNGNEGORO-ROBAN, KABUPATEN BATANG <i>Oleh: Adnan Arsani Hirmawan, Suradi Wijaya Saputra, Churun Ain</i>	124 – 133



# **ANALISIS KUALITAS PERAIRAN BERDASARKAN KONSENTRASI LOGAM BERAT DAN INDEKS PENCEMARAN DI SUNGAI BANJIR KANAL TIMUR SEMARANG**

## **Water Quality Analysis Based on Heavy Metal Content and Pollution Index in the Banjir Kanal Timur River Semarang**

Muhammad Khairul Ariki Harahap, Siti Rudiyaniti, Niniek Widyorini

Departemen Sumberdaya Akuatik, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah, 50275; Telephone/Fax. 024-76480685

Email : [arikiharahap2@gmail.com](mailto:arikiharahap2@gmail.com), [st\\_rudiyaniti@yahoo.com](mailto:st_rudiyaniti@yahoo.com), [widyorinininiek@gmail.com](mailto:widyorinininiek@gmail.com)

*Diserahkan tanggal: 19 Desember 2019, Revisi diterima tanggal: 20 Agustus 2020*

### **ABSTRAK**

Sungai Banjir Kanal Timur (BKT) merupakan sungai besar yang terdapat di Kota Semarang, memiliki lokasi yang strategis yaitu berada di pusat kota dan bermuara di Laut Jawa. Letak sungai BKT yang berada di sekitar pemukiman, menjadikan Sungai BKT sebagai sungai yang tidak terlepas dari aktivitas manusia. Berbagai aktivitas domestik, industri, dan perikanan terjadi di sekitar Sungai BKT. Aktivitas tersebut memberikan masukan berupa limbah ke badan perairan. Keberadaan bahan pencemar tersebut menyebabkan penurunan kualitas air sungai sehingga dapat mempengaruhi kehidupan biota di perairan. Tujuan dari penelitian ini yaitu mengetahui konsentrasi logam berat (Cu dan Pb), BOD, dan COD di perairan Sungai BKT serta mengkaji status pencemaran Sungai BKT berdasarkan nilai Indeks Pencemaran. Penelitian dilaksanakan bulan Mei 2019. Pengambilan sampel air dilakukan di 4 stasiun dimana masing-masing stasiun terdapat 3 titik sampling. Berdasarkan hasil penelitian, konsentrasi logam tembaga (Cu) berkisar antara 0,056 – 0,202 mg/l, konsentrasi logam timbal (Pb) berkisar antara 0,6 – 1,799 mg/l, konsentrasi COD berkisar antara 26 – 198 mg/l, dan konsentrasi BOD berkisar antara 11 – 55 mg/l. Mengacu pada Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran dan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup nomor 51 tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut maka konsentrasi Cu, Pb, BOD, dan COD telah melebihi baku mutu. Nilai Indeks Pencemaran (IP) di Sungai BKT berkisar antara 5,80 – 9,29 dan tergolong kedalam kategori tercemar sedang.

**Kata Kunci:** Banjir Kanal Timur; Tembaga (Cu); Timbal (Pb); Indeks Pencemaran

### **ABSTRACT**

*Banjir Kanal Timur (BKT) river is a large river located in the city of Semarang, which has a strategic location, in the center of the city and empties into the Java Sea. The location of the BKT river around the settlement makes the BKT river a river that cannot be separated from human activities. Various domestic, industrial and fisheries activities occur around the BKT River. These activities provide input in the form of waste to water bodies. The presence of these pollutants causes a decrease in river water quality so that it can affect the life of biota in the waters. The purpose of this study is to determine the concentration of heavy metals (Cu and Pb), BOD, and COD in the waters of the BKT River and examine the pollution status of the BKT River based on the value of the Pollution Index. The study was conducted in May 2019. Water sampling was carried out at 4 stations where each station contained 3 sampling points. Based on the results of the study, the concentration of copper metal (Cu) ranged from 0.056 to 0.202 mg/l, the concentration of lead metal (Pb) ranged from 0.6 to 1.799 mg/l, the COD concentration ranged from 26 - 198 mg/l, and the BOD concentration range between 11-55 mg/l. Referring to PP No. 82 of 2001 concerning Water Quality Management and Pollution Control and KepMenLH No. 51 of 2004 concerning Sea Water Quality Standards, the concentrations of Cu, Pb, BOD, and COD have exceeded the quality standards. The Pollution Index (IP) value in the BKT River ranges from 5.80 - 9.29 and belongs to the medium polluted category.*

**Keywords:** Banjir Kanal Timur, Copper (Cu), Lead (Pb), Pollution Index

## PENDAHULUAN

Sungai merupakan salah satu jenis perairan terbuka yang bersifat lotik (mengalir), dimana air mengalir dari hulu menuju hilir. Sungai juga menjadi tempat berkumpulnya air di sekitar daerah sungai tersebut, air hujan akan turun mengalir menuju ke badan sungai selama air hujan tersebut masih berada dalam daerah aliran sungai (DAS). Pada dasarnya sungai memiliki peranan yang vital terhadap kehidupan manusia baik secara langsung maupun tidak langsung. Tidak sedikit aktivitas manusia yang memanfaatkan sungai sebagai bagian dari kehidupan sehari-hari atau bagian dari mata pencaharian mereka.

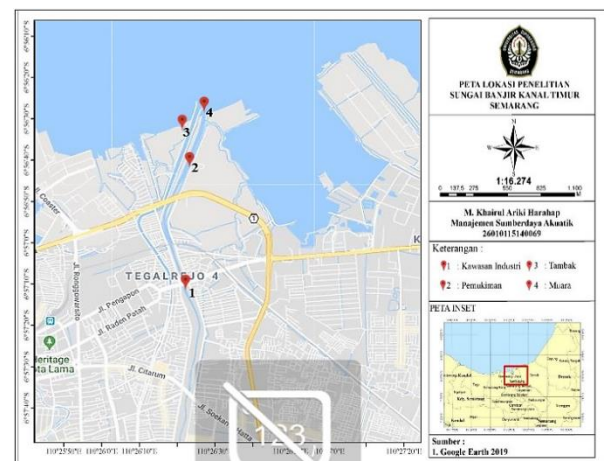
Sungai Banjir Kanal Timur mempunyai fungsi mengalirkan air dari tengah Kota Semarang menuju ke Laut Jawa. Sungai Banjir Kanal Timur memiliki lokasi yang berada dekat dengan pemukiman, dimana pada bagian kanan kiri sungai adalah jalan raya dan pemukiman warga. Posisi sungai yang berdekatan dengan pemukiman warga, menjadikan Sungai Banjir Kanal Timur sebagai sungai yang tidak terlepas dari aktivitas manusia. Disekitar kawasan Sungai Banjir Kanal Timur terdapat banyak industri skala rumah tangga yang dilakukan oleh warga sekitar. Sangat mudah ditemukan berbagai jenis industri seperti, perbengkelan, industri pembuatan barang dari aluminium, pengecatan drum, keramik, tekstil, farmasi, tempat pelelangan ikan (TPI), pasar dan lain-lain. Kegiatan industri tersebut memungkinkan limbah cair ataupun padat mengalir menuju Sungai Banjir Kanal Timur, ditambah lagi dengan limbah rumah tangga oleh warga sekitar Banjir Kanal Timur. Hal ini memicu terjadinya permasalahan-permasalahan yang timbul di Sungai Banjir Kanal Timur baik dari segi estetika maupun dari segi kualitas sungai tersebut. Kurangnya kesadaran warga dalam memelihara sungai dikhawatirkan dapat mengurangi fungsi dari sungai dan juga dapat menimbulkan pencemaran sungai. Menurut Fadliyah *et al.*, (2017), dengan adanya pembuangan berbagai jenis limbah dan sampah yang mengandung beraneka ragam jenis bahan pencemar ke badan-badan perairan menyebabkan semakin berat beban yang diterima oleh sungai tersebut. Jika beban yang diterima oleh sungai tersebut melampaui ambang batas yang ditetapkan berdasarkan baku mutu, maka sungai tersebut dikatakan tercemar, baik secara fisik, kimia, maupun biologi

Analisis pencemaran perairan dibutuhkan untuk mengkaji kondisi kualitas air di Sungai Banjir Kanal Timur apakah masih layak atau sudah tercemar. Penelitian ini bertujuan mengetahui konsentrasi logam berat (Cu dan Pb), DO, BOD, dan COD pada perairan sungai. Menurut Supriyanti *et al.*, (2017), limbah industri dan domestik diketahui mengandung bahan organik yang tinggi. Salah satu fungsi bahan organik di perairan sebagai indikator

kualitas perairan, karena bahan organik secara alamiah berasal dari perairan itu sendiri melalui proses penguraian, pelapukan, ataupun dekomposisi tumbuh-tumbuhan, sisa-sisa organisme mati. Selain itu bahan organik juga bermanfaat sebagai pendukung kehidupan fitoplankton di perairan, karena aliran nutrien yang berasal dari sungai ke laut, sehingga ketersediaan unsur hara di dalam perairan dapat menjadi indikator kesuburan suatu perairan. Kemudian tahap akhir akan dihitung nilai IP (Indeks Pencemaran) sungai berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui nilai konsentrasi logam berat (Cu dan Pb), BOD, dan COD di perairan Sungai Banjir Kanal Timur; dan mengkaji status pencemaran Sungai Banjir Kanal Timur berdasarkan nilai Indeks Pencemaran.

## METODE PENELITIAN

### Lokasi Penelitian



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Materi yang digunakan dalam penelitian berupa sampel air yang diambil dari perairan Sungai Banjir Kanal Timur, Semarang yang kemudian diukur konsentrasi Cu, Pb, BOD, dan COD. Sebagai variabel pendukung diukur kecepatan arus, kedalaman, kecerahan, suhu, salinitas dan pH. Penentuan lokasi sampling menggunakan teknik *purposive sapling* di empat stasiun (Gambar 1), selanjutnya dilakukan analisa di laboratorium.

### Prosedur Penelitian

Pengambilan sampel dimulai dari pukul 09.00 hingga selesai. Pengambilan sampel air dilakukan pada 4 stasiun yaitu stasiun satu merupakan kawasan industri, stasiun 2 kawasan pemukiman, stasiun 3 tambak, dan stasiun 4 merupakan muara. Sampel air disimpan dibotol plastik dan kaca.

Metode yang digunakan dalam uji konsentrasi logam berat tembaga (Cu) adalah SNI 06-6989.6-2004 tentang Cara uji tembaga (Cu) dengan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)-nyala.

Metode ini digunakan untuk penentuan logam tembaga, Cu dalam air dan air limbah secara spektrofotometri serapan atom-nyala (SSA) pada kisaran kadar Cu 0,2 mg/l sampai dengan 4,0 mg/l dan panjang gelombang 324,8 nm. Prinsip kerja dari metode ini yaitu penambahan asam nitrat bertujuan untuk melarutkan analit logam dan menghilangkan zat-zat pengganggu yang terdapat dalam contoh uji air dan air limbah dengan bantuan pemanas listrik, kemudian diukur dengan SSA menggunakan gas asetilen, C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>.

Metode yang digunakan dalam uji konsentrasi logam berat timbal (Pb) adalah SNI 06-6989.8-2004 tentang cara uji timbal (Pb) dengan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)-nyala. Cara uji ini digunakan untuk penentuan kadar timbal dalam air dan air limbah secara ekstraksi dan diukur menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)-nyala dengan kisaran kadar 0,1 mg/l sampai 2,0 mg/l pada panjang gelombang 283,3 nm. Prinsip kerja dari uji ini yaitu ion timbal bereaksi dengan Amonium Pirolidin Ditiokarbamat (APDK) pada pH 0,1 sampai dengan pH 6 (pH optimum 2,3 ± 0,2), membentuk senyawa kompleks. Senyawa yang terbentuk diekstraksi dengan pelarut organik Metil Iso Butil Keton (MIBK). Kompleks timbal-APDK yang ada dalam fase organik, diukur serapannya dengan SSA-nyala menggunakan udara-asetilen.

Pengukuran BOD dilakukan berdasarkan metode SNI 6989.72.2009. Cara uji ini digunakan untuk menentukan jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh mikroba aerobik untuk mengoksidasi bahan organik karbon dalam contoh uji air limbah, efluen atau air yang tercemar yang tidak mengandung atau yang telah dihilangkan zat-zat toksik dan zat-zat pengganggu lainnya. Pengujian dilakukan pada suhu 20 °C ± 1 °C selama 5 hari ± 6 jam. Prinsip dari metode ini yaitu sejumlah contoh uji ditambahkan ke dalam larutan pengencer jenuh oksigen yang telah ditambah larutan nutrisi dan bibit mikroba, kemudian diinkubasi dalam ruang gelap pada suhu 20°C ± 1°C selama 5 hari. Nilai BOD dihitung berdasarkan selisih konsentrasi oksigen terlarut 0 hari dan 5 hari. Bahan kontrol standar dalam uji BOD ini, digunakan larutan glukosa-asam glutamate.

Metode yang digunakan dalam pengukuran COD berdasar SNI 6989.2.2009. Metode ini digunakan untuk pengujian kebutuhan oksigen kimiawi (COD) dalam air dan air limbah dengan reduksi Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub><sup>2-</sup> secara titimetri pada kisaran nilai COD 40 mg/l sampai dengan 400 mg/l. Prinsip dari metode ini yaitu senyawa organik dan anorganik, terutama organik dalam contoh uji dioksidasi oleh Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub><sup>2-</sup> dalam refluks tertutup selama 2 jam menghasilkan Cr<sup>3+</sup>. Kelebihan kalium dikromat yang tidak tereduksi, dititrasi dengan larutan Ferro Ammonium Sulfat (FAS) menggunakan indikator feroin. Jumlah oksidan yang dibutuhkan dinyatakan dalam ekuivalen oksigen (O<sub>2</sub> mg/l).

Analisis data untuk mengetahui status pencemaran Sungai Banjir Kanal Timur digunakan Indeks Pencemaran (IP) sesuai dengan KepMenLH No 115 Tahun 2013 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air sebagai berikut:

$$PI_j = \sqrt{\frac{(C_i/L_{ij})^2_M + (C_i/L_{ij})^2_R}{2}}$$

Keterangan:

- PI<sub>j</sub> : Indeks Pencemaran bagi peruntukan (j)
- C<sub>i</sub> : Konsentrasi parameter kualitas air (i)
- L<sub>ij</sub> : Konsentrasi baku mutu (j)
- (C<sub>i</sub>/L<sub>ij</sub>)<sup>2</sup><sub>R</sub> : Nilai C<sub>i</sub>/L<sub>ij</sub> rata - rata
- (C<sub>i</sub>/L<sub>ij</sub>)<sup>2</sup><sub>M</sub> : Nilai C<sub>i</sub>/L<sub>ij</sub> maksimum

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Sungai Banjir Kanal Timur merupakan salah satu sungai besar yang ada di Kota Semarang, memiliki lokasi yang strategis dimana sungai ini membelah Kota Semarang dan bermuara di Laut Jawa. Sebagai salah satu sungai besar maka sungai ini memiliki fungsi sebagai sungai yang menampung atau mengakumulasi pembuangan-pembuangan dari sungai lain. Sungai BKT juga memiliki fungsi sebagai pengendali banjir di Kota Semarang khususnya bagian timur. Sampel air yang digunakan dalam penelitian ini diambil pada titik koordinat seperti yang tersaji pada tabel 1.

**Tabel 1.** Koordinat Titik Pengambilan Sampel

Stasiun	Garis Lintang	Garis Bujur	Keterangan
1	6° 58' 26"	110° 26' 36"	Kawasan Industri
2	6° 57' 06"	110° 26' 32"	Pemukiman Warga
3	6° 56' 52"	110° 26' 16"	Tambak
4	6° 56' 52"	110° 26' 16"	Muara Sungai

### Parameter fisika kimia perairan

Hasil pengukuran parameter fisika Sungai BKT dapat dilihat seperti pada tabel 2.

**Tabel 2.** Pengukuran Parameter Fisika Kimia Sungai Banjir Kanal Timur

Variabel	Stasiun	Pengulangan		
		I	II	III
Kedalaman (m)	1	0,55	0,4	0,35
	2	1,31	1,61	1,5
	3	0,75	0,7	0,85
	4	1,83	1,35	1,73
Kecerahan (m)	1	0,35	0,35	0,32
	2	0,39	0,6	0,44
	3	0,25	0,3	0,35
	4	0,54	0,61	0,74

Suhu (°C)	1	31	31	31
	2	31	31	30
	3	30	30	30
	4	30	30	30
Salinitas (ppt)	1	5	5	5
	2	25	28	25
	3	28	28	31
	4	31	31	30
pH	1	8	8	8
	2	8	8	8
	3	8	8	8
	4	8	8	8

Suhu di Sungai Banjir Kanal Timur berkisar antara 30 - 31°C, nilai tersebut menunjukkan bahwa suhu di sungai Banjir Kanal Timur sesuai dengan suhu optimal perairan. Menurut Effendi (2003), temperatur alami perairan sebesar 25-32°C untuk perairan tropis. Pada dasarnya suhu merupakan parameter kunci yang dapat mempengaruhi segala aspek didalam ekosistem perairan. Proses-proses kimia yang terjadi di dalam suatu perairan sangat bergantung pada suhu, apabila suhu terlalu rendah maka reaksi kimia seperti metabolisme organisme perairan tidak akan berjalan dengan baik. Apabila suhu terlalu tinggi juga akan mengakibatkan reaksi kimia dalam perairan.

Salinitas Sungai Banjir Kanal Timur berkisar antara 5-31 ppt. Hal ini menunjukkan bahwa salinitas di sungai Banjir Kanal Timur tergolong normal, kondisi ini juga didukung data yang menunjukkan semakin meningkatnya nilai salinitas menuju arah laut dimana pada stasiun 1 yang masih jauh dari laut sebesar 5 ppt dan stasiun 2, 3, 4 yang merupakan daerah muara memiliki salinitas 26-31 ppt. Menurut Effendi (2003), bahwa nilai salinitas pada perairan tawar biasanya kurang dari 0,5 ppt, perairan payau antara 0,5-3- ppt, perairan laut antara 30-40 ppt.

Berdasarkan hasil penelitian nilai pH di Sungai Banjir Kanal Timur dari stasiun 1 sampai stasiun 4 menunjukkan nilai yang sama yaitu 8. Sesuai dengan Peraturan Pemerintah No 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air nilai baku mutu pH untuk badan air kelas 3 yaitu 6-9 dan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut untuk Biota Laut, nilai baku mutu pH sebesar 7-8,5. Nilai optimum konsentrasi pH dalam air biasanya berkisar antara 7 - 8,5. Apabila nilai pH dalam perairan terlalu tinggi atau rendah akan sangat mempengaruhi metabolisme organisme yang ada diperaian, dan juga kemampuan berespirasi organisme perairan. Hal ini diperkuat oleh Susana (2009), Nilai pH yang lebih rendah (<4), sebagian besar tumbuhan air mati karena tidak dapat bertoleransi terhadap pH rendah. Peraturan Pemerintah no 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan

Pengendalian Pencemaran Air nilai baku mutu DO untuk badan air kelas 3 sebesar 3 mg/l. Stasiun 1 dan stasiun 3 merupakan dua stasiun yang memiliki kadar oksigen terlarut paling tinggi diantara stasiun yang lain. Nilai oksigen terlarut pada stasiun 1 dan 3 yaitu sebesar 8,8 mg/l dan 7,9 mg/l. Tingginya nilai oksigen terlarut tersebut diakibatkan oleh vegetasi sekitar stasiun, dimana di sekitar stasiun 1 dan 3 masih terdapat beberapa vegetasi seperti rumput semak, mangrove, dan pepohonan. Hasil fotosintesis oleh vegetasi tersebut dapat masuk kedalam perairan melalui proses yang disebut dengan difusi. Menurut Odum (1971), menyatakan bahwa pada lapisan permukaan, kadar oksigen akan lebih tinggi, karena adanya proses difusi antara air dengan udara bebas serta adanya proses fotosintesis. Dengan bertambahnya kedalaman akan terjadi penurunan kadar oksigen terlarut, karena proses fotosintesis semakin berkurang dan kadar oksigen yang ada banyak digunakan untuk pernapasan dan oksidasi bahan-bahan organik dan anorganik.

Stasiun 2 dan 4 mempunyai nilai oksigen terlarut masing-masing 4,73 mg/l dan 5,13 mg/l. Nilai tersebut menunjukkan bahwa konsentrasi oksigen terlarut di stasiun 2 dan 4 merupakan nilai yang optimum untuk perairan. Aktivitas manusia seperti pertanian dan pembuangan limbah, menyebabkan penurunan konsentrasi oksigen terlarut. Perairan dapat dikategorikan sebagai perairan yang baik dan tingkat pencemarannya rendah, jika kadar oksigen terlarutnya > 5 mg/l. Semakin ke hilir DO semakin rendah, berbanding terbalik dengan BOD yang semakin tinggi, karena oksigen yang digunakan untuk mengoksidasi limbah organik lebih banyak.

#### Parameter Cu, Pb, BOD, dan COD perairan

Hasil pengukuran parameter Cu, Pb, BOD, dan COD Sungai BKT dapat dilihat seperti pada tabel 3.

**Tabel 3.** Pengukuran Parameter Cu, Pb, BOD, dan COD Sungai Banjir Kanal Timur

Variabel	Stasiun	Pengulangan		
		I	II	III
Cu (mg/l)	1	0,056	0,074	0,059
	2	0,099	0,13	0,117
	3	0,133	0,137	0,147
	4	0,184	0,202	0,19
Pb (mg/l)	1	0,6	0,835	0,713
	2	1,092	1,068	1,085
	3	1,166	1,51	1,213
	4	1,645	1,799	1,409
BOD (mg/l)	1	11	14	11
	2	55	45	37
	3	42	50	43
	4	19	50	38

COD	1	26	35	29
(mg/l)	2	166	144	115
	3	138	160	144
	4	61	198	160

### Tembaga (Cu)

Berdasarkan Peraturan Pemerintah No 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air nilai baku mutu Cu untuk badan air kelas 3 sebesar 0,02 mg/l dan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut untuk Biota Laut, nilai baku mutu tembaga sebesar 0,008 mg/l. Hasil analisa menunjukkan bahwa konsentrasi Cu di Sungai Banjir Kanal Timur telah melebihi baku mutu, dari stasiun 1 sampai stasiun 4 menunjukkan tren yang semakin meningkat searah dengan semakin menuju laut. Konsentrasi Cu di Sungai Banjir Kanal Timur memiliki nilai rata-rata 0,127 mg/l, jauh lebih tinggi apabila dibandingkan dengan baku mutu.

Tingginya konsentrasi logam berat di Sungai Banjir Kanal Timur dapat disebabkan oleh berbagai faktor. Pada umumnya sumber logam berat tembaga di perairan bisa berasal dari limbah rumah tangga, industri *electroplating*, industri tekstil, industri logam (*alloy*). Industri – industri sumber tembaga tersebut dapat dengan mudah ditemui di daerah sekitar Sungai Banjir Kanal Timur. Menurut Wulandari *et al.*, (2012), Sungai Banjir Kanal Timur melintasi kota Semarang bagian timur yang padat pemukiman dan industri. Banyak aktivitas industri di sekitar daerah aliran sungai (DAS) ini antara lain adalah industri tekstil, bahan makanan, plastik, karoseri, percetakan, farmasi dan jamu, cat, mebel, minyak pelumas, perbengkelan, bahkan terdapat tempat pelelangan ikan. Perairan ini menjadi tempat pembuangan atau penampung limbah domestik / perkotaan dan limbah industri yang dihasilkan oleh aktivitas di sekitar daerah aliran sungai tersebut.

Karena Sungai Banjir Kanal Timur berdekatan dengan area industri, sungai tersebut juga merupakan sungai yang memiliki fungsi sebagai tempat buangan untuk parit atau saluran air disekitarnya, Sehingga, Sungai Banjir Kanal Timur menjadi muara akhir dari berbagai materi yang terbawa oleh aliran air dari parit atau saluran air, sisa limbah industri dan rumah tangga di sekitar sungai, dan sebagai tujuan *run off* atau aliran air permukaan di Kota Semarang bagian timur. Dilihat dari letak geografis Sungai Banjir Kanal Timur yang ditetapkan sebagai lokasi penelitian merupakan bagian hilir, sehingga memungkinkan terjadinya akumulasi logam berat yang terbawa oleh arus sungai dari hulu. Menurut Awaliyah *et al.*, (2018), konsentrasi logam berat Cu dan Pb pada air mengalami peningkatan seiring dengan semakin dekatnya dengan muara sungai. Logam berat yang larut dalam air akan terbawa sampai ke muara dan terakumulasi sehingga konsentrasinya

relatif besar karena mudah terdistribusi. Kadar logam berat dari hulu ke hilir semakin lama semakin meningkat seiring dengan bertambahnya polutan yang masuk ke dalam air sungai. Pernyataan ini diperkuat oleh Armid (2015) yang menjelaskan bahwa konsentrasi logam berat di hulu sungai lebih rendah disebabkan oleh besarnya adsorpsi oleh padatan tersuspensi. Padatan tersuspensi akan mengalami adsorpsi logam berat terlarut yang berkisar 15 – 83% di perairan air tawar atau sungai. Logam berat yang larut dalam air sungai akan diadsorpsi oleh partikel halus (*suspended solid*). Lalu terbawa oleh aliran sungai hingga ke muara kemudian mengendap dan mengalami proses sedimentasi. Hal inilah yang menyebabkan mengapa konsentrasi tembaga dari stasiun 1 menuju stasiun 4 semakin meningkat.

Tembaga termasuk kedalam kelompok logam esensial, di mana dalam kadar yang rendah dibutuhkan oleh organisme sebagai koenzim dalam proses metabolisme tubuh, sifat toksik baru muncul dalam kadar yang tinggi. Biota perairan sangat peka terhadap keberadaan tembaga yang berlebihan dalam badan perairan. Konsentrasi tembaga dalam perairan sebesar 0,02 mg/l dapat mengakibatkan kematian fitoplankton. Kematian tersebut disebabkan daya racun tembaga dapat menghambat aktivitas enzim.

### Timbal (Pb)

Berdasarkan Peraturan Pemerintah No 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, nilai baku mutu timbal sebesar 0,03 mg/l dan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut untuk Biota Laut, nilai baku mutu timbal sebesar 0,008 mg/l. Tidak jauh berbeda dengan tembaga, hasil analisa menunjukkan bahwa konsentrasi timbal di Sungai Banjir Kanal Timur telah melebihi baku mutu yang telah ditetapkan. Konsentrasi timbal di sungai Banjir Kanal Timur bahkan mencapai >1 mg/l, jauh lebih tinggi apabila dibandingkan dengan baku mutu.

Menurut Nindyapuspa dan Ni'am (2017), timbal merupakan salah satu logam berat yang dapat dihasilkan dari emisi kendaraan bermotor dan kegiatan industri. Dalam industri, timbal digunakan dalam bidang otomotif, pembuatan keramik, industri plastik PVC dan solder. Logam berat Pb juga biasa digunakan dalam campuran cat, pestisida, serta campuran dalam bahan bakar kendaraan. Kemampuan timbal dalam membentuk *alloy* (campuran logam) dengan logam lain dimanfaatkan untuk sebagian besar industri, contohnya untuk kabel listrik, konstruksi pabrik-pabrik kimia, dan *container*, karena tahan terhadap korosi. Selain itu, pemanfaatan timbal di dunia industri sering digunakan untuk industri baterai, industri cat, dan pelapis kabel. Timbal memiliki karakter yang lunak dan antikorosi, dan merupakan logam yang mampu

menghantarkan listrik dengan baik. Tingginya konsentrasi logam berat di sungai Banjir Kanal Timur dapat disebabkan oleh berbagai faktor. Industri-industri sumber timbal dan tembaga tersebut dapat dengan mudah ditemui di daerah sekitaran sungai Banjir Kanal Timur. Sungai Banjir Kanal Timur melintasi Kota Semarang bagian timur yang padat pemukiman dan industri. Banyak aktivitas industri di sekitar daerah aliran sungai (DAS) ini antara lain adalah industri tekstil, bahan makanan, plastik, karoseri, percetakan, farmasi dan jamu, cat, mebel, minyak pelumas, perbengkelan, bahkan terdapat tempat pelelangan ikan. Sehingga perairan sungai menjadi tempat pembuangan atau penampung limbah domestik/ perkotaan dan limbah industri yang dihasilkan oleh aktivitas di sekitar daerah aliran sungai tersebut.

*Input* logam berat di perairan salah satu faktornya juga dapat berasal dari atmosfer dan kondisi udara pemukiman setempat. Kondisi Sungai Banjir Kanal Timur yang dekat dengan jalan raya dan merupakan kawasan padat penduduk memungkinkan membentuk lingkungan yang tercemar seperti polusi udara dari asap kendaraan dan cerobong pabrik. Proses masuknya logam berat dari atmosfer ke perairan turun bersama dengan air hujan. Mengingat Sungai Banjir Kanal Timur memiliki fungsi sebagai sungai induk pada daerah aliran sungai di Kota Semarang bagian timur, maka materi-materi yang terbawa oleh air hujan akan terbawa menuju sungai. Selain itu, tingginya konsentrasi timbal pada Sungai Banjir Kanal Timur juga merupakan dampak dari materi- materi yang terbawa oleh arus sungai dari hulu menuju hilir. Menurut Usman *et al.*, (2013), logam berat yang terserap pada partikel-partikel air akan terendap di permukaan sedimen dan organisme air akan menyerapnya dan mentransfer melalui rantai makanan. Tinggi rendahnya konsentrasi logam berat disebabkan oleh jumlah masukan limbah logam berat ke perairan. Semakin besar limbah yang masuk ke dalam suatu perairan maka semakin besar konsentrasi logam berat tersebut di suatu perairan. Logam-logam yang mencemari perairan banyak jenisnya, diantaranya yang cukup banyak adalah Pb. Timbal merupakan mineral yang tergolong mikroelemen dan berpotensi menjadi bahan toksik. Jika terakumulasi dalam tubuh, maka berpotensi menjadi bahan toksik pada makhluk hidup.

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

Stasiun 1 memiliki nilai BOD sebesar 12 mg/l, dan 46 mg/l pada stasiun 2, stasiun 3 yang merupakan tambak ikan bandeng memiliki konsentrasi yang tinggi dibanding stasiun yang lain yaitu sebesar 42,5 mg/l dan stasiun 4 memiliki nilai konsentrasi BOD 35,67 mg/l. Pada dasarnya semua stasiun telah melebihi baku mutu, dimana menurut PP No 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas

Air dan Pengendalian Pencemaran Air nilai baku mutu BOD untuk badan air kelas 3 sebesar 6 mg/l. Stasiun 2 memiliki konsentrasi BOD yang tinggi diduga karena pada stasiun 2 terdapat beberapa pipa outlet yang digunakan sebagai pipa buangan limbah domestik dan juga difungsikan sebagai buangan air yang terjebak di pemukiman warga yang tidak bisa mengalir ke sungai kembali, perlu diingat bahwa Desa Tambakrejo merupakan desa langganan banjir akibat luapan Sungai Banjir Kanal Timur. Pada stasiun 2 juga bersebelahan dengan Instalasi Pengelolaan Limbah Tinja yang diduga baik secara langsung maupun tidak langsung memberikan pengaruh pencemaran terhadap Sungai Banjir Kanal Timur. Menurut Asrini *et al.*, (2017) semakin besar kadar BOD, maka merupakan indikasi bahwa perairan tersebut telah tercemar. Kadar BOD dalam air yang tingkat pencemarannya masih rendah dan dapat dikategorikan sebagai perairan yang baik berkisar 0-10 ppm. Naiknya angka BOD dapat berasal dari bahan- bahan organik yang berasal dari limbah domestik dan limbah lainnya. Nilai BOD yang tinggi karena adanya pembuangan limbah dari pemukiman ke sungai dan dari lahan pertanian.

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

Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi COD di Sungai Banjir Kanal Timur terjadi perbedaan yang sangat signifikan antara stasiun 1 dengan stasiun yang lain, dimana stasiun 1 konsentrasi COD hanya 27,5 mg/l, sedangkan pada stasiun yang lain mencapai lebih dari 100 mg/l, bahkan nilai tertinggi pada stasiun 3 yang mencapai 141 mg/l. Mengacu pada Peraturan Pemerintah no 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air nilai baku mutu COD untuk badan air kelas 3 sebesar 50 mg/l, dapat diartikan bahwa stasiun 2, 3, dan 4 telah melebihi baku mutu.

Stasiun 2, 3, dan 4 memiliki konsentrasi COD yang sangat tinggi, hal ini diduga karena stasiun tersebut merupakan daerah muara, yang artinya merupakan daerah akumulasi dari berbagai bentuk materi- materi organik maupun anorganik yang mengalir dari hulu menuju hilir Sungai Banjir Kanal Timur. Hal ini diperkuat oleh Pohan *et al.*, (2016), yang menyatakan bahwa konsentrasi BOD dan COD dari hulu ke hilir semakin meningkat, hal ini disebabkan karena kegiatan permukiman. Kenaikan tersebut diduga karena selama perjalanannya aliran air yang dimulai dari hulu hingga hilir menerima banyak limbah buangan.

Tingginya nilai COD pada Sungai Banjir Kanal Timur terjadi karena beberapa faktor. Stasiun 3 dan 4 merupakan kawasan muara, dimana pada kawasan tersebut terdapat mangrove. Menurut Supriyanti *et al.*, (2017), bahwa kerapatan mangrove yang tinggi menyebabkan jumlah serasah juga bertambah dari mangrove yang berupa batang, daun dan ranting akan jatuh ke bawah, serasah ini



merupakan penyumbang utama bahan organik di perairan. Selain itu adanya aktifitas manusia di obyek pariwisata juga dapat menambah konsentrasi bahan organik yang berasal dari sisa makanan dan sampah organik yang terbuang.

Menurut Suparjo (2009), tingginya konsentrasi COD dapat disebabkan oleh degradasi bahan organik maupun anorganik yang berasal dari aktivitas masyarakat di sekitar sungai maupun limbah yang dihasilkan oleh industri tidak terolah dengan baik. Sama seperti konsentrasi BOD, tingginya konsentrasi COD berpengaruh terhadap menurunnya konsentrasi DO dan pH, sehingga akan berpengaruh pada menurunnya kualitas perairan.

### Indeks Pencemaran

Hasil perhitungan Indeks Pencemaran (IP) Sungai Banjir Kanal Timur dapat dilihat seperti pada tabel 4.

**Tabel 4.** Indeks Pencemaran Sungai Banjir Kanal Timur

Stasiun	Nilai IP	Keterangan
1	5,900	Tercemar Sedang
2	8,648	Tercemar Sedang
3	8,941	Tercemar Sedang
4	9,287	Tercemar Sedang

Indeks pencemaran merupakan suatu metode penentuan besarnya pencemaran badan perairan yang berfungsi untuk memudahkan dalam mengetahui dan memahami kondisi pencemaran dalam bentuk angka. Menurut Romdania *et al.*, (2018), metode perhitungan indeks kualitas air sangat diperlukan untuk menyederhanakan banyaknya nilai dari berbagai jenis parameter menjadi sebuah angka yang mampu mendeskripsikan kualitas air sehingga mudah dipahami oleh masyarakat. Metode IKA yang sering digunakan di Indonesia yaitu Metode IP (Indeks Pencemaran) dan Metode Storet yang mengacu pada Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 115 tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air.

Setelah dilakukan analisa terhadap nilai indeks pencemaran yang mengacu terhadap Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air didapatkan hasil bahwa Sungai Banjir Kanal Timur di semua stasiun telah mengalami pencemaran sedang, dimana setiap stasiun memiliki indeks pencemaran > 5. Stasiun 1 sampai dengan stasiun 4 memiliki keterkaitan, dimana apa yang terjadi di satu stasiun dapat memengaruhi stasiun yang lain dan jika dilihat dari hasil analisa, nilai indeks pencemaran semakin menuju kearah laut nilainya semakin besar. Menurut Guntur *et al.*, (2017), pada umumnya daerah pesisir merupakan daerah yang sangat rentan terhadap pencemaran. Wilayah pesisir sangat dipengaruhi oleh aktivitas

manusia seperti industri dan rumah tangga, sehingga menyebabkan daerah tersebut rentan terhadap perubahan lingkungan.

Menurut Asuhadi *et al.*, (2018), Indeks Pencemaran berkaitan dengan senyawa pencemar. Indeks ini yang digunakan untuk menentukan tingkat pencemaran relatif terhadap parameter kualitas air yang diizinkan. IP ditentukan untuk suatu peruntukan, kemudian dapat dikembangkan untuk beberapa peruntukan bagi seluruh bagian badan air atau sebagian dari suatu badan air. Tingginya nilai indeks pencemaran di sungai Banjir Kanal Timur diduga karena tingginya nilai beberapa variabel yang jauh melebihi baku mutu seperti konsentrasi Cu, Pb, BOD, dan COD di sungai Banjir Kanal Timur. Dilihat dari fungsi atau kegiatan yang memanfaatkan Sungai Banjir Kanal Timur, maka sungai tersebut termasuk kedalam mutu air kelas III, yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi tanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut. Sehingga masyarakat yang memanfaatkan sungai baik secara langsung maupun tidak langsung harus mengetahui kondisi Sungai Banjir Kanal Timur yang sebenarnya mengenai status mutu perairannya. Sumber-sumber pencemaran yang berada di Sungai Banjir Kanal Timur perlu untuk diketahui agar lebih mudah diantisipasi untuk pencegahan agar setiap tahun tidak mengalami peningkatan. Untuk variabel-variabel yang tidak melebihi baku mutu perairan diperlukan upaya pemeliharaan, penanggulangan dan pencegahan pencemaran perairan serta pemulihan kualitas air agar sesuai baku mutu air karena Sungai Banjir Kanal Timur diperuntukkan untuk kelas III.

### KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian Analisis Kualitas Perairan Berdasarkan Konsentrasi Logam Berat dan Indeks Pencemaran di Sungai Banjir Kanal Timur Semarang adalah sebagai berikut:

1. Konsentrasi logam Tembaga (Cu) berkisar antara 0,056 – 0,202 mg/l, konsentrasi logam Timbal (Pb) berkisar antara 0,6 – 1,799 mg/l, konsentrasi BOD berkisar antara 11 – 55 mg/l, dan konsentrasi COD berkisar antara 26 – 198 mg/l. Konsentrasi Cu, Pb, BOD, dan COD di Sungai Banjir Kanal Timur telah melebihi baku mutu.
2. Nilai Indeks Pencemaran (IP) di Sungai Banjir Kanal Timur berkisar antara 5,80 – 9,29 dan tergolong kedalam kategori tercemar sedang.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam proses

penyusunan dan memberikan semangat, kritik, dan saran untuk terselesaikannya penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Armid, 2015. Dstribusi Spasial Logam Berat Pb pada Perairan Teluk Kendari, Sulawesi Tenggara. *Biowallacea*, 2: 220–228.
- Asrini, N. K, I. W. S. Adnyana, dan I. N. Rai. 2017. Studi Analisis Kualitas Air di Daerah Aliran Sungai Pakerisan Provinsi Bali. 101-107.
- Ashadi, S dan A. Manan. 2018. Status Mutu Air Pelabuhan Panggulubelo Berdasarkan Indeks Storet dan Indeks Pencemaran. *Jurnal Kelautan Nasional*. 12(2) : 109-119.
- Awaliyah, H. F, D. Yona, dan D. C. Pratiwi. 2018. Akumulasi logam berat Pb dan Cu pada Akar dan Daun Mangrove *Avicennia marina* di Sungai Lamong, Jawa Timur. *Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan, Pesisir dan Perikanan*. 7(3) : 187-197.
- Fadliyah, S., N. Pebriani, dan V. Wahyunindita. 2017. Identifikasi Sumber Pencemar yang Berpengaruh terhadap Kualitas Air Sungai di Kali Surabaya. *Dalam: Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Secara Terpadu*. Riau, pp. 448.
- Guntur, G, A. T. Yanuar, S. H. J. Sari, dan A. Kurniawan. 2017. Analisis Kualitas Perairan Berdasarkan Metode Indeks Pencemaran di Pesisir Timur Kota Surabaya. *Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan, Pesisir dan Perikanan*. 6(1) : 81-89
- Nindyapuspa, A dan A. C Ni'am. 2017. Distribusi Logam Berat Timbal Di Perairan Laut Kawasan Pesisir Gresik. *Jurnal Teknik Lingkungan*. 3(1): 01-05.
- Pohan, D. A. S, Budiyono, dan Syafrudin. 2016. Analisis Kualitas Air Sungai Guna Menentukan Peruntukan Ditinjau dari Aspek Lingkungan. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. 14(2) : 63-71.
- Romdania, Y., A. Herison., G.E. Susilo dan E. Novilyansa. 2018. Kajian Penggunaan Metode IP, Storet, dan CCME WQI dalam Menentukan Status Kualitas Air. *Spatial Wahana Komunikasi dan Informasi Geografi*. 18 (2) : 133-141.
- Suparjo, M. N. 2009. Kondisi Pencemaran Perairan Sungai Babon Semarang. *Jurnal Saintek Perikanan*. 4 (2) : 38-45.
- Supriyanti, E dan N. Sunardjo. 2015. Konsentrasi Logam Berat Timbal (Pb) dan Tembaga (Cu) pada Akar dan Buah Mangrove *Avicennia marina* di Perairan Tanjung Emas Semarang. *Jurnal Kelautan Tropis*. 18(2) : 98-106.
- Usman, S., N. L. Nafie, M. Ramang. 2013. Distribusi Kuantitatif Logam Berat Pb dalam Air, Sedimen dan Ikan Merah (*Lutjanus erythropterus*) di Sekitar Perairan Pelabuhan Parepare. 14(2) : 49-55.
- Wulandari, S. Y. 2012. Status Perairan Banjir Kanal Timur Semarang Ditinjau dari Kadar Logam Berat Chromium dalam Air, Sedimen dan Jaringan Lunak Kerang Darah (*Anadara granosa*). *Buletin Oseanografi Marina*. 1:1-7