

EVALUASI KUALITAS AIR SUNGAI KEMAMBANG BERDASARKAN ASPEK FISIKA-KIMIA DAN MAKROINVERTEBRATA SEBAGAI BIOINDIKATOR

Frisda Desyana Navratilova¹⁾, Ida Munfarida^{1)*}, Sarita Oktorina¹⁾

¹⁾Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Ampel Surabaya, Surabaya, Indonesia.

*Korespondensi: munfarida@uinsa.ac.id

Abstrak

Sungai Kemambang berada di Kecamatan Buduran, Sidoarjo memiliki peran penting dalam siklus hidrologi dan kehidupan masyarakat sekitar. Kecamatan Buduran merupakan salah satu kecamatan dengan pertumbuhan penduduk tinggi. Banyaknya industri, perumahan, pertanian di sekitar Sungai Kemambang dapat menurunkan kualitas air Sungai Kemambang. Tujuan penelitian ini adalah mengevaluasi kualitas air Sungai Kemambang berdasarkan parameter fisika kimia dan makroinvertebrata sebagai bioindikator kualitas perairan. Penelitian menggunakan metode kuantitatif deskriptif dengan melakukan sampling air di 3 (tiga) lokasi, uji laboratorium dan analisa parameter fisika kimia (DO, TSS, BOD, dan COD) berdasarkan baku mutu PP 22 Tahun 2021 kelas II serta analisa biomonitoring menggunakan Family Biotic Index (FBI). Hasil analisa parameter fisika-kimia menunjukkan bahwa parameter Biochemical Oxygen Demand (BOD) melebihi baku mutu pada semua lokasi penelitian dengan nilai tertinggi pada titik 3 dengan nilai 7,10 mg/L (baku mutu BOD sebesar 3 mg/L). Dissolved Oxygen (DO) tidak sesuai baku mutu pada titik 2 dan 3 dengan nilai terendah pada pada titik 3 dengan nilai 2,68 mg/L (baku mutu minimum DO sebesar 4 mg/L). Sementara parameter Chemical Oxygen Demand (COD) dan Total Suspended Solid (TSS) masih memenuhi baku mutu pada semua titik. Berdasarkan perhitungan FBI, titik 1 menghasilkan nilai 7,20 dan masuk kriteria “buruk”, sementara titik 2 dan 3 dengan nilai 5,32 dan 5,40 tergolong kriteria “cukup”. Dapat dikatakan bahwa di perairan terdapat polutan organik dalam jumlah yang berkisar signifikan dan sangat signifikan. Studi ini menggambarkan kebutuhan pentingnya tindakan untuk meningkatkan kualitas air di Sungai Kemambang.

Kata Kunci: Biomonitoring, FBI, Fisika-Kimia, Makroinvertebrata

Abstract

Kemambang River is located in Buduran Sub-district, Sidoarjo and plays an important role in the hydrological cycle and the lives of the surrounding community. Buduran sub-district is one of the sub-districts with high population growth. The number of industries, housing, agriculture around Kemambang River can reduce the water quality of Kemambang River. The purpose of this study was to evaluate the water quality of Kemambang River based on chemical physical parameters and macroinvertebrates as bioindicators of water quality. The research used descriptive quantitative method by conducting water sampling in 3 (three) locations, laboratory tests and analyzing physico-chemical parameters (DO, TSS, BOD, and COD) based on PP 22 Year 2021 class II quality standards and biomonitoring analysis using Family Biotic Index (FBI). The results of the physico-chemical parameter analysis showed that the Biochemical Oxygen Demand (BOD) parameter exceeded the quality standard at all research locations with the highest value at point 3 with a value of 7.10 mg/L (BOD quality standard of 3 mg/L). Dissolved Oxygen (DO) did not meet the quality standards at points 2 and 3 with the lowest value at point 3 with a value of 2.68 mg/L (minimum DO quality standard of 4 mg/L). While the Chemical Oxygen Demand (COD) and Total Suspended Solid (TSS) parameters still met the quality standards at all points. Based on the FBI calculation, point 1 produced a value of 7.20 and was included in the "poor" criteria, while points 2 and 3 with values of 5.32 and 5.40 were classified as "fair" criteria. It concluded that there were significant and very significant amounts of organic pollutants in the waters. This study illustrates the need for urgent action to improve water quality in Kemambang River.

Keywords: Biomonitoring, FBI, Physics-Chemistry, Macroinvertebrates

Submitted: 09 May 2024

Accepted: 20 June 2025

1. PENDAHULUAN

Air permukaan merupakan aspek penting dalam mempertahankan siklus hidrologi yang seimbang di muka bumi. Air permukaan adalah salah satu sumber utama untuk memenuhi kebutuhan air bagi penduduk. Penggunaannya luas mulai dari kebutuhan irigasi pertanian, sarana transportasi, sumber air minum hingga kebutuhan sehari-hari untuk mencuci dan memasak. Untuk itu, menjaga kualitas air di setiap air permukaan sangat penting untuk mendukung penggunaannya sehari-hari. Sungai Kemambang berada di Kelurahan Kemambang, Kecamatan Buduran, Sidoarjo memiliki peran penting dalam siklus hidrologi dan kehidupan masyarakat sekitar. Kecamatan Buduran merupakan salah satu kecamatan dengan pertumbuhan penduduk tinggi yaitu sekitar 2,5% (BPS, 2023 & BPS, 2024). Berdasarkan hasil pengamatan peneliti (2023), di sekitar Sungai Kemambang terdapat industri, perumahan, dan pertanian. Keberadaan industri, perumahan, pertanian di sekitar Sungai Kemambang dapat menurunkan kualitas air Sungai Kemambang.

Penelitian sebelumnya di berbagai negara termasuk Indonesia telah menunjukkan bahwa kualitas air di sungai mengalami penurunan di daerah perkotaan dan pedesaan karena faktor alam dan antropogenik. Proses alamiah seperti pelapukan batuan, evapotranspirasi, pengendapan di atmosfer, perubahan iklim, dan bencana alam menyebabkan perubahan kualitas air sungai. Sementara faktor antropogenik dapat berasal dari limbah industri, kegiatan rumah tangga, dan kegiatan pertanian seperti penggunaan pupuk, pestisida, kegiatan peternakan, praktik irigasi, penggundulan hutan, dan akuakultur (Anh et al., 2023). Penelitian di Nigeria diketahui bahwa 75% air dari sungai yang diteliti tercemar arsenik diantaranya Sungai Obibia, Mmiri-Ukwaka, Ovia dan Mmiri-Eze (Oli et al., 2024). Sementara itu penelitian di Indonesia, dengan menggunakan metode penilaian NSF WQI, Sungai Citarum memperoleh kualitas air 'Cukup' dan 'Buruk' (Marselina et al., 2022). Peneliti lain di perairan Cipeusing Jawa Barat, menunjukkan bahwa pencemaran air mengalami perubahan dari tahun 2016 ke tahun 2017. Dari segi analisis fisika, kimia, dan mikrobiologi dengan menggunakan metode PI pada tahun 2016, Sungai Cipeusing memberikan nilai 5,05-7,07 (tercemar sedang), dan pada tahun 2017 memberikan nilai 15,65-17,65 (tercemar berat) (Suri Adikusumah et al., 2021).

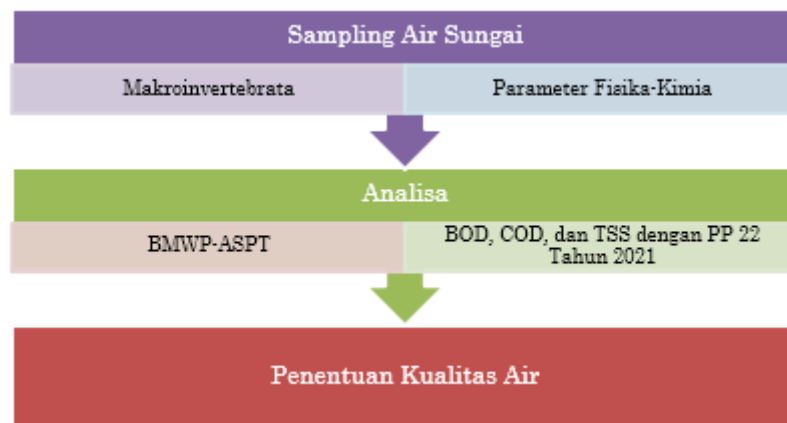
Monitoring terhadap kualitas air perlu dilakukan untuk mengetahui status suatu badan air agar dapat dilakukan perbaikan sesuai dengan statusnya. Selain melalui uji kualitas air dengan parameter fisika-kimia, monitoring dapat dilakukan melalui evaluasi bioindikator di perairan. Bioindikator yang dapat digunakan adalah makroinvertebrata. Komunitas makroinvertebrata mencerminkan pengaruh manusia terhadap ekosistem sungai, sehingga keanekaragamannya

menjadi indikator kesehatan ekosistem (Gezie et al., 2023). Berbagai penelitian telah membuktikan peranan makroinvertebrata ini dalam monitoring kualitas perairan. Penelitian di Eropa menunjukkan bahwa sekitar 60% sungai di Eropa tidak memenuhi standar kualitas ekologis yang berasal dari kriteria biologis. Penyebabnya bermacam-macam, tetapi laporan terbaru menunjukkan peran dominan dari faktor hidro-morfologi dan stressor yang berhubungan dengan kualitas air. Studi tersebut menyelidiki efek dari 19 variabel stressor dari enam kelompok stressor (nutrisi, ion garam, oksigen terlarut/suhu air, toksisitas campuran 51 polutan mikro, perubahan hidrologis, dan kualitas habitat morfologis) terhadap tiga kelompok biologis (ikan, makroinvertebrata, diatom benthik). Stressor yang berhubungan dengan kualitas air - tetapi bukan polutan mikro - ternyata mendominasi respons semua kelompok (Markert et al., 2024). Penelitian serupa juga telah dilakukan di Indonesia, seperti Muntalif et al., (2023) yang menggunakan indeks *Proportion of Sediment-sensitive Invertebrates* (PSI) untuk menilai akumulasi sedimen halus di sungai dengan menggunakan makroinvertebrata. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa terdapat perbedaan kumpulan makroinvertebrata benthik antar stasiun karena tingkat polusi dan jenis substrat yang berbeda, diketahui bahwa sebagian besar taksa makroinvertebrata tersebar jauh dari lokasi dengan kondisi lingkungan yang buruk. Biomonitoring terhadap kualitas sungai di Kabupaten Sidoarjo menggunakan makroinvertebrata dan aspek fisika-kimia belum banyak dilakukan, sementara di Sungai Kemambang belum ada penelitian serupa, untuk itu perlunya dilakukan penelitian untuk mengevaluasi kualitas air di Sungai Kemambang yang dapat dijadikan acuan untuk pengelolaan Lingkungan di Kelurahan Kemambang khususnya.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Penelitian ini terdiri dari beberapa tahap dimulai dari Sampling air Sungai Kemambang kemudian Analisa parameter fisika-kimia dan makroinvertebrata hingga penentuan status kualitas air sungai. Tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

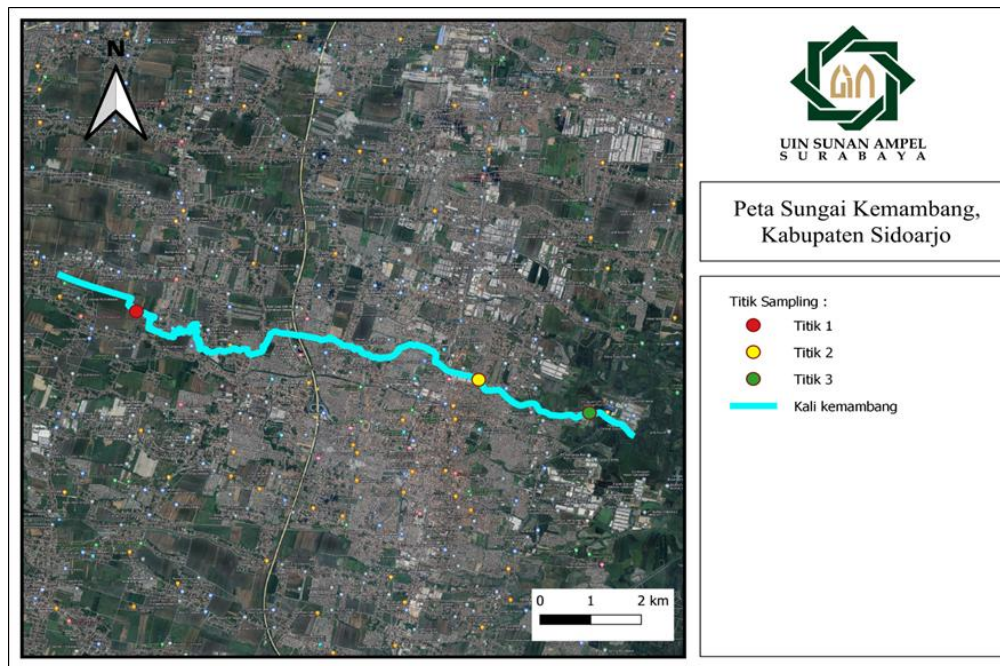
2.2 Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Sungai Kemambang, Kecamatan Buduran, Kabupaten Sidoarjo. Pengambilan sampel dilakukan pada tiga titik sampling yang mewakili daerah hulu, tengah, dan hilir Sungai Kemambang.

Metode pengambilan sampel yang digunakan adalah grab sampling, yaitu pengambilan sampel air secara sesaat pada setiap titik pengamatan untuk merepresentasikan kondisi kualitas air pada saat pengambilan sampel. Pengambilan sampel dilakukan dengan dua kali ulangan (duplo) pada setiap titik sampling guna meningkatkan ketelitian dan keandalan data hasil pengukuran. Berikut adalah titik sampling penelitian:

1. Titik 1 merupakan hulu sungai Kemambang berada pada titik koordinat 7°25'35.7"S 112°40'01.1"E yang terletak di Kelurahan Urangagung.
2. Titik 2 merupakan bagian tengah sungai yang berada pada titik koordinat 7°26'20.4"S 112°43'34.7"E yang terletak di Kelurahan Pucang.
3. Titik 3 merupakan hilir/muara sungai yang berada pada titik koordinat 7°26'44.7"S 112°44'30.0"E yang terletak di Desa Kemiri.

Peta penelitian ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Lokasi Penelitian

2.3 Analisa Data

Uji laboratorium terhadap parameter fisika-kimia (TSS, BOD, dan COD) dilakukan di Laboratorium Kesehatan ikan dan Lingkungan Kota Pasuruan. Data hasil uji laboratorium pada parameter fisika-kimia dibandingkan dengan baku mutu berdasarkan PP 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup kelas II.

Sementara untuk makroinvertebrata dianalisis menggunakan indeks *Family Biotic Index* (FBI). FBI adalah salah satu indeks biotik, pertama kali dikembangkan oleh Hilsenhoff (1982) dengan mempertimbangkan sensitivitas organisme. Hilsenhoff (1982) memberikan kode sensitivitas untuk setiap keluarga mulai dari 1 (sangat sensitif) hingga 10 (sangat toleran) yang didasarkan pada tekanan polusi (Kumari & Maiti, 2020).

FBI dihitung sebagai berikut:

$$FBI = \sum \frac{x_i t_i}{N} \quad (1.1)$$

Di mana x_i adalah jumlah individu dalam *family* ke- i , t_i adalah kode sensitivitas untuk *family* ke- i , dan N adalah jumlah total organisme dalam setiap sampel.

Hilsenhoff (1988) mengklasifikasikan kualitas air berdasarkan nilai FBI ke dalam tujuh kelompok: Sangat baik sekali ($0 < FBI < 3,75$), sangat baik ($3,76 \leq FBI \leq 4,25$), baik ($4,26 \leq$

FBI $\leq 5,00$), cukup ($5,01 \leq \text{FBI} \leq 5,75$), cukup buruk ($5,76 \leq \text{FBI} \leq 6,50$), buruk ($6,51 \leq \text{FBI} \leq 7,25$) dan sangat buruk ($7,26 \leq \text{FBI} \leq 10,00$) (Mandalavile, 2002).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Analisa Fisika-Kimia

Hasil analisa parameter fisika-kimia menunjukkan bahwa parameter *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) melebihi baku mutu pada semua lokasi penelitian dengan nilai tertinggi pada titik 3 dengan nilai 11,57 mg/L (baku mutu BOD sebesar 3 mg/L). Sementara parameter *Chemical Oxygen Demand* (COD) melebihi baku mutu pada titik 1 dan titik 2 dengan nilai tertinggi pada titik 2 sebesar 55,28 mg/L (baku mutu sebesar 25 mg/L). Sementara *Total Suspended Solid* (TSS) tidak melebihi baku mutu pada semua titik. Hasil Analisa laboratorium parameter fisika-kimia ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Analisa Parameter Fisika-Kimia

Parameter	Satuan	Lokasi Penelitian									Baku Mutu Sungai Kelas II
		Titik I			Titik II			Titik III			(mg/L)
		I A	I B	Rata-rata	II A	II B	Rata-rata	III A	III B	Rata-rata	
BOD	mg/L	4,3 2	4,7 3	4,53^ 5,5	4,5 7	5,1 7	4,87^ 3,4	7,02	7,17	7,10^	3,00
DO	mg/L	5,4	8	5,49	3,3	7	3,39^	2,64	2,72	2,68^	4,00
COD	mg/L	21	27	24	24	21	22,5	20	17	18,5	25,00
TSS	mg/L	46	42	44	26	12	19	30	31	30,5	50,00

Sumber: Laboratorium Kesehatan ikan dan Lingkungan Kota Pasuruan, 2024

[^]melebihi/tidak sesuai baku mutu berdasarkan PP 22 Tahun 2021 Kelas II

BOD adalah jumlah oksigen terlarut yang dikonsumsi oleh mikroorganisme selama oksidasi biokimiawi dari bahan organik (*carbonaceous* BOD) dan bahan anorganik (amonias). Uji BOD dikembangkan sebagai alat untuk memantau kualitas air. Penekanan uji BOD adalah pada penentuan dari kebutuhan oksigen yang timbul oleh adanya bahan organik terlarut (Pepper et al., 2015). Standar BOD untuk sungai kelas II berdasarkan PP 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup adalah 3 mg/L, sementara BOD di ketiga lokasi penelitian melebihi standar baku mutu ini, hal ini mengindikasikan banyaknya bahan pencemar yang dimetabolisme mikroba di Sungai Kemambang. Hal serupa terjadi pada kadar DO di perairan yang tidak memenuhi baku mutu pada titik 2 dan 3. Oksigen

terlarut dibutuhkan untuk pertumbuhan dan reproduksi mikroba, populasi ikan dan organisme akuatik lainnya. Pembuangan pencemar organik dan oksidasi selanjutnya dapat secara serius mengurangi tingkat oksigen terlarut di sungai (Sawyer et al., 2003). Kadar DO dan BOD yang tidak sesuai baku mutu mengindikasikan adanya pencemaran di Sungai Kemambang.

Berbeda dengan BOD, COD adalah jumlah oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi semua karbon organik sepenuhnya menjadi CO_2 dan H_2O . COD diukur dengan oksidasi dengan kalium dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) (Pepper et al., 2015). Berdasarkan hasil penelitian, COD pada semua titik lokasi kegiatan menunjukkan nilai yang masih memenuhi baku mutu. BOD Kebutuhan oksigen biokimia (BOD) biasanya didefinisikan sebagai jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh bakteri saat metabolisme bahan organik yang dapat terurai dalam kondisi aerobik. Istilah "terurai" dapat diartikan sebagai arti bahwa bahan organik dapat berfungsi sebagai makanan bagi bakteri, dan energi berasal dari oksidasi bahan tersebut. Berbeda dengan BOD, COD mengukur seluruh oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi semua bahan karbon yang dapat dioksidasi menjadi karbondioksida dan air, termasuk adalah karbon yang bersifat resisten terhadap metabolisme mikroba (Sawyer et al., 2003). Karenanya, hasil test COD selalu lebih besar dari BOD. Dari hasil penelitian ini menunjukkan bahan organik yang dapat didekomposisi mikroba lebih besar daripada bahan organik resisten di perairan.

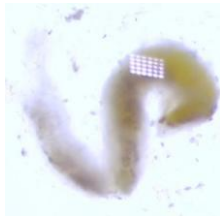
Sementara itu *Total Suspended Solid* (TSS) adalah padatan yang tertahan pada filter ukuran 2.0 μm atau lebih kecil saat proses penyaringan (Sawyer et al., 2003). Berdasarkan hasil penelitian, diketahui TSS masih memenuhi baku mutu. TSS adalah salah satu parameter *total solid* (TS) dalam perairan, bersama dengan TDS (*Total Dissolved Solid*) menjadikan total padatan dalam perairan. Pada metabolisme mikroba, BOD terlarut biasanya terurai dengan sangat cepat, umumnya dalam waktu kurang dari satu jam. Fraksi koloid terperangkap dalam flok lumpur dan terdegradasi lebih lambat (Horan, 2003). Hal ini menunjukkan bahwa metabolisme mikroba akan lebih cepat pada materi organik terlarut dibandingkan tersuspensi. Dengan demikian, diperlukan adanya penelitian lebih komprehensif untuk mengetahui konsentrasi TDS, TS, *Total Organic Carbon* (TOC) dan *Dissolved Organic Material* (DOM). Hasil penelitian ini serupa dengan penelitian Feisal et al., (2023) yang menunjukkan hasil bahwa BOD tidak memenuhi baku mutu hampir di semua kluster lokasi penelitian, sementara COD dan TSS tidak memenuhi pada sebagian kluster di Sungai Penang, Malaysia. Peneliti lain melaporkan bahwa BOD dan COD yang ditemukan melebihi baku mutu di Sungai Cipeusing mengindikasikan bahwa tingkat pencemaran organik di Sungai Cipeusing relatif tinggi (Suri Adikusumah et al., 2021).

3.2. Hasil Analisa Biomonitoring

Berdasarkan hasil identifikasi dan perhitungan terhadap jumlah *family* makroinvertebrata di ketiga titik lokasi penelitian, diketahui pada titik 1,2 dan 3 terdapat 9, 8 dan 5 *family* yang ditemukan berturut-turut. Hasil identifikasi makroinvertebrata disajikan pada Gambar 3.



a) Chironomidae-larva



b) Chironomid midge



c) Hydrophilidae-Larva



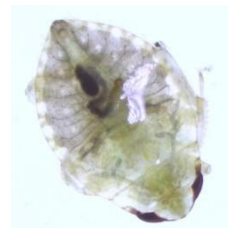
d) Coenagrionidae larva



e) Viviparidae



f) Thiariidae



g) Naucoridae



h) Parathelphusidae



i) Physidae



j) Corixidae

Gambar 3. Hasil Identifikasi Makroinvertebrata

Berdasarkan perhitungan FBI, titik 1 menghasilkan nilai 7,20 dan masuk kriteria “buruk”, sementara titik 2 dan 3 dengan nilai 5,32 dan 5,40 tergolong kriteria “cukup”. Skor nilai FBI dapat dilihat pada Tabel 2-4.

Tabel 2. Hasil Analisa FBI Titik 1

No	Jenis Famili	Jumlah (xi)	Toleransi (ti)	xi x ti	FBI
1	Coenagrionidae	63	9	567	7,20 (buruk)
2	Thiaridae	58	6	348	
3	Chironomidae-merah	42	8	336	
4	Corixidae	27	5	135	
5	Hydrophilidae –Larva	7	5	35	
6	Physidae	6	8	48	
7	Viviparidae	3	6	18	
8	Heptageniidae	1	4	4	
9	Parathelphusidae	1	6	6	
Jumlah		208	57	1497	

Sumber: Hasil Analisa, 2024

Tabel 3. Hasil Analisa FBI Titik 2

No	Jenis Famili	Jumlah (xi)	Toleransi (ti)	xi x ti	FBI
1	Chironomidae – putih	49	6	294	5,32 (cukup)
2	Chironomidae – merah	39	8	312	
3	Naucoridae	36	3	108	
4	Tipulidae	33	3	99	
5	Noteridae	28	5	140	
6	Physidae	9	8	72	
7	Viviparidae	6	6	36	
8	Thiaridae	4	6	24	
Jumlah		204	45	1085	

Sumber: Hasil Analisa, 2024

Tabel 4. Hasil Analisa FBI Titik 3

No	Jenis Famili	Jumlah (xi)	Toleransi (ti)	xi x ti	FBI
1	Planorbidae	63	6	378	5,40 (cukup)
2	Naucoridae	56	3	168	
3	Chironomidae – merah	41	8	328	
4	Noteridae	39	5	195	
5	Physidae	2	8	16	
Jumlah		201	30	1085	

Sumber: Hasil Analisa, 2024

Berdasarkan kategori FBI, *Coenagrionidae* dinilai *family* makroinvertebrata yang paling toleran. *Family* yang toleran lainnya adalah *Chironomidae* (merah), *Chironomidae* (putih), *Physidae*, *Planorbidae*, *Viviparidae*, *Parathelphusidae* dan *Thiaridae* dengan nilai berkisar antara 6-9. Keberadaan makroinvertebrata tersebut di perairan dapat dikatakan bahwa di perairan terdapat polutan organik dalam jumlah yang berkisar signifikan dan sangat signifikan (Hilsenhoff, 1982; Mandalaville, 2002). Beberapa penelitian telah membuktikan adanya hubungan parameter fisika-kimia dengan keberadaan makroinvertebrata. Penelitian terbaru mengungkapkan bahwa dominasi taksa yang toleran terhadap polusi diantaranya *Capitella sp.*, *Nereis sp.*, *Heteromastus sp.*, *Tubifex sp.*, *Cossura sp.* dan *Chironomous sp.* di Muara Kakum, sementara taksa yang sensitif terhadap polusi seperti *Scoloplos sp.*, *Euridice sp.*, *Lumbriconereis sp.* dan *Pachymelania sp.* di Muara Volta, Ghana. Interaksi spesies-lingkungan menunjukkan oksigen terlarut, suhu, salinitas, ortofosfat, nitrat, amonium, konduktivitas listrik, kekeruhan, dan kebutuhan oksigen kimiawi sebagai parameter yang paling signifikan yang melengkapi penggunaan makroinvertebrata bentik sebagai indikator kualitas lingkungan di muara sungai yang diteliti. Berdasarkan hasil analisis korelasi peringkat Spearman (*Spearman's rank order correlation analysis*) yang dilakukan oleh Lukhabi et al. (2024), terdapat korelasi antara beberapa taksa makroinvertebrata bentik dengan faktor lingkungan di muara Volta, Kakum, dan Ankobra yang menunjukkan tingkat pencemaran rendah, sedang, hingga tinggi. (Lukhabi et al, 2024).

Hasil analisis parameter fisika-kimia pada Sungai Kemambang menunjukkan bahwa nilai BOD yang melebihi baku mutu pada seluruh titik pengamatan, disertai penurunan kadar DO pada beberapa lokasi, mengindikasikan tingginya beban pencemar organik. Kondisi ini tercermin secara ekologis melalui struktur komunitas makroinvertebrata bentik yang didominasi oleh famili toleran terhadap pencemaran organik serta nilai *Family Biotic Index* (FBI) yang berada pada kategori buruk hingga cukup. Kesesuaian antara pelampauan baku mutu fisika-kimia dan respons indikator biologis tersebut menunjukkan bahwa perubahan kualitas perairan tidak hanya terdeteksi melalui parameter laboratorium, tetapi juga terintegrasi dalam struktur komunitas biota perairan.

Pola serupa dilaporkan pada penelitian di Sungai Buntung, Sidoarjo, di mana nilai FBI berkisar antara 5,79–6,72 yang mengindikasikan kualitas air tergolong buruk hingga tercemar berat, dengan dominasi taksa toleran seperti *Chironomidae*, *Tubificidae*, *Physidae*, *Thiaridae*, dan *Viviparidae* (Anastasia et al., 2022). Kondisi tersebut dikaitkan dengan tingginya beban pencemar organik dari aktivitas domestik dan antropogenik, yang menekan keberadaan taksa

sensitif. Hasil tersebut sejalan dengan temuan di Sungai Tambak Rejo, Sidoarjo, yang menunjukkan nilai BOD dan COD pada seluruh stasiun pengamatan melebihi baku mutu sungai kelas II, serta hasil biomonitoring yang mengklasifikasikan kualitas air pada kategori tercemar sedang hingga tercemar berat berdasarkan indeks biotilik dan BMWP-ASPT (Atthiyatur Robbi et al., 2024). Secara regional, kajian komparatif di tiga sungai besar di Jawa Timur: Kali Surabaya, Kali Dlundung, dan Sungai Bengawan Solo menunjukkan bahwa struktur komunitas makroinvertebrata bentik mampu membedakan tingkat kualitas perairan dari tercemar sedang hingga tercemar berat. Sungai dengan tekanan antropogenik tinggi seperti Kali Surabaya dan Bengawan Solo diklasifikasikan memiliki kualitas air buruk, sedangkan Kali Dlundung menunjukkan kondisi relatif lebih baik, yang tercermin dari nilai indeks BMWP dan indeks keanekaragaman (H') yang lebih tinggi (Munfarida & Munir, 2023). Temuan ini menegaskan bahwa degradasi kualitas fisika-kimia perairan secara konsisten diikuti oleh penurunan kompleksitas komunitas makroinvertebrata. Hubungan tersebut semakin diperkuat oleh penelitian di Sungai Tambak Cemandi, Sidoarjo, yang secara eksplisit menguji korelasi statistik antara parameter fisika-kimia dan struktur komunitas makroinvertebrata menggunakan analisis korelasi Spearman. Hasil penelitian tersebut menunjukkan adanya korelasi antara kualitas air dan keanekaragaman makroinvertebrata, di mana parameter BOD, COD, suhu, TSS, dan pH berkorelasi negatif, sedangkan DO menunjukkan korelasi positif terhadap keanekaragaman makroinvertebrata. Hal ini mengindikasikan bahwa peningkatan beban pencemar organik dan padatan tersuspensi berdampak pada penurunan keanekaragaman biota bentik, meskipun keseragaman komunitas tidak selalu menunjukkan hubungan yang signifikan (Yudhistira et al., 2022).

Konsistensi pola antara Sungai Kemambang dengan berbagai sungai lain di Sidoarjo dan Jawa Timur tersebut menunjukkan bahwa kondisi baku mutu fisika-kimia terutama parameter yang berkaitan dengan beban organik dan ketersediaan oksigen berkorelasi erat dengan perubahan struktur komunitas makroinvertebrata bentik. Dengan demikian, biomonitoring menggunakan makroinvertebrata bentik tidak hanya berfungsi sebagai pelengkap pengujian baku mutu kualitas air, tetapi juga sebagai indikator biologis yang stabil dan representatif untuk menilai kondisi ekologis perairan sungai di wilayah tropis.

4. KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kualitas air Sungai Kemambang mengalami penurunan akibat pencemaran organik, yang ditunjukkan oleh nilai BOD yang melebihi baku mutu di

seluruh titik pengamatan serta rendahnya kadar DO pada beberapa lokasi. Sementara itu, parameter COD dan TSS masih berada dalam batas yang diperbolehkan. Berdasarkan analisis biomonitoring, nilai *Family Biotic Index* (FBI) menunjukkan kondisi perairan pada kategori buruk hingga cukup, yang mencerminkan dominasi organisme toleran terhadap pencemaran. Kesesuaian antara parameter fisika-kimia dan indikator biologis menegaskan adanya tekanan lingkungan yang signifikan terhadap ekosistem Sungai Kemambang. Oleh karena itu, diperlukan upaya pengelolaan dan pengendalian pencemaran secara berkelanjutan untuk menjaga kualitas dan keberlanjutan perairan sungai.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada UIN Sunan Ampel Surabaya dalam memfasilitasi penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Anastasia, S., Munfarida, I. and Suprayogi, D. (2022), 'Penilaian kualitas air menggunakan indeks makroinvertebrata FBI dan biotilik di Sungai Buntung, Sidoarjo', *Serambi Engineering*, 7(3), pp. 3617–3623.
- Anh, N.T., Can, L.D., Nhan, N.T., Schmalz, B. and Luu, T.L. (2023), 'Influences of key factors on river water quality in urban and rural areas: A review', *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 8, 100424, doi: 10.1016/j.cscee.2023.100424.
- Badan Pusat Statistik (2023), *Kabupaten Sidoarjo dalam Angka 2023*, BPS, Sidoarjo.
- Badan Pusat Statistik (2024), *Kabupaten Sidoarjo dalam Angka 2024*, BPS, Sidoarjo.
- Feisal, N.A.S., Kamaludin, N.H., Sani, M.F.A., Ahmad, D.K.A., Ahmad, M.A., Razak, N.F.A. and Ibrahim, T.N.B.T. (2023), 'Anthropogenic disturbance of aquatic biodiversity and water quality of an urban river in Penang, Malaysia', *Water Supply: Research and Technology—AQUA*, 72(4), pp. 482–496, doi: 10.1016/j.wse.2023.01.003.
- Gezie, A., Goshu, G. and Tikku, S. (2023), 'Ecological effect of a small dam on the macroinvertebrate assemblage and water quality of Koga River, Northwest Ethiopia', *Heliyon*, 9(6), e17285, doi: 10.1016/j.heliyon. 2023.e17285.
- Hilsenhoff, W.L. (1982), *Using a biotic index to evaluate water quality in streams*, Technical Bulletin No. 132, Department of Natural Resources, Madison, Wisconsin.
- Horan, N. (2007), 'Suspended growth processes', in *Handbook of Water and Wastewater Microbiology*, Elsevier Inc., United States.

- Kumari, P. and Maiti, S.K. (2020), 'Bioassessment in the aquatic ecosystems of highly urbanized agglomeration in India: An application of physicochemical and macroinvertebrate-based indices', *Ecological Indicators*, 106, 106053, doi: 10.1016/j.ecolind.2019.106053.
- Lukhabi, D.K., Mensah, P.J., Asare, N.K., Akwetey, M.F.A. and Faseyi, C.A. (2024), 'Benthic macroinvertebrates as indicators of water quality: A case study of estuarine ecosystems along the coast of Ghana', *Heliyon*, 10(7), e28018, doi: 10.1016/j.heliyon. 2024.e28018.
- Mandalaville, S.M. (2002), *Benthic macroinvertebrates in freshwaters: Taxa tolerance values, metrics, and protocols (Project H-1)*, Soil & Water Conservation Society of Metro Halifax, Canada.
- Markert, N., Guhl, B. and Feld, C.K. (2024), 'Water quality deterioration remains a major stressor for macroinvertebrate, diatom and fish communities in German rivers', *Science of the Total Environment*, 907, 167994, doi: 10.1016/j.scitotenv.2023.167994.
- Marselina, M., Wibowo, F. and Mushfiroh, A. (2022), 'Water quality index assessment methods for surface water: A case study of the Citarum River in Indonesia', *Heliyon*, 8(7), e09848, doi: 10.1016/j.heliyon. 2022.e09848.
- Munfarida, I. and Munir, M. (2023), 'Comparative assessment of river water quality based on macro-invertebrate community structures as biological indicators in three rivers of East Java', *AIP Conference Proceedings*, 2913, 040001, doi:10.1063/5.0171654.
- Muntalif, B.S., Chazanah, N., Ilmi, F., Sari, N.E. and Bagaskara, S.W. (2023), 'Distribution of the riverine benthic macroinvertebrate community along the Citarum cascading dam system in West Java, Indonesia', *Global Ecology and Conservation*, 46, e02580, doi: 10.1016/j.gecco. 2023.e02580.
- Oli, C.C., Offor, C.C., Ezeudu, E.C. and Muotanya, C.L. (2024), 'Exposure hazards of as in semi-urban rivers of Anambra, South-East Nigeria: Concentrations, source apportionments, health risks, and irrigation quality assessments', *HydroResearch*, 7, pp. 181–190, doi: 10.1016/j.hydres.2024.03.003.
- Özbek, M., Aygen, C., Taşdemir, A., Yildiz, S., Topkara, E.T. and Çil, E.A. (2023), 'Determination of the ecological status of an Aegean River (Türkiye) using benthic macroinvertebrates as an indicator of water quality', *Environmental Monitoring and Assessment*, 195(10), 1231, doi:10.1007/s10661-023-11834-1.
- Pepper, I.L., Gerba, C.P. and Gentry, T.J. (2015), *Environmental Microbiology*, 3rd edn., Elsevier Inc., United States.

- Robbi, A.A., Munfarida, I., Oktorina, S., Suprayogi, D. and Setyowati, R.D.N. (2024), 'Pemantauan makroinvertebrata sebagai bioindikator dan uji parameter fisik-kimia air pada Sungai Tambak Rejo, Sidoarjo', *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan*, 16(1), pp. 21–42.
- Sawyer, C.N., McCarty, P.L. and Parkin, G.F. (2003), *Chemistry for Environmental Engineering and Science*, 5th edn., McGraw-Hill, New York.
- Suriadikusumah, A., Mulyani, O., Sudirja, R., Sofyan, E.T., Maulana, M.H.R. and Mulyono, A. (2021), 'Analysis of the water quality at Cipeusing River, Indonesia using the pollution index method', *Acta Ecologica Sinica*, 41(3), pp. 177–182, doi: 10.1016/j.chnaes.2020.08.001.
- Yudhistira, L., Munfarida, I. and Setyowati, R.D.N. (2022), 'Korelasi kualitas air dengan keanekaragaman dan keseragaman makroinvertebrata sebagai bioindikator di Sungai Tambak Cemandi, Desa Kalanganyar, Sidoarjo', *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan*, 14(1), pp. 1–15.