

Strategi Pengendalian Pencemaran Sungai Bukit Batu di Kabupaten Bengkalis

Zakiah¹, Rahman Karnila², Budijono^{3*}

^{1,2,3}Prodi Magister Ilmu Lingkungan Pascasarjana Universitas Riau

*Correspondent email: budijono@lecturer.unri.ac.id

Diterima: 22 Februari 2025 | Disetujui: 29 April 2025 | Diterbitkan: 30 April 2025

Abstract: Bukit Batu River in Bengkalis Regency plays a vital role as a water source for domestic use, irrigation, industry, and transportation. However, increasing domestic and industrial activities have significantly contributed to water pollution. This study aims to analyze the current water quality and socio-economic activities, assess water quality status and pollution load, and formulate pollution control strategies. The research employed field observations, laboratory testing of physical, chemical, and biological water parameters, and SWOT analysis. Results show that parameters such as COD and ammonia exceeded Class II quality standards, indicating a moderately polluted condition. The primary pollution sources include domestic waste, agriculture, and industry. Pollution control strategies were developed based on strengths and opportunities, such as community awareness and active involvement of local government. The study concludes that multi-sector collaboration, environmental education, and improved waste management are essential to reducing pollution loads and preserving the sustainability of the Bukit Batu River's functions.

Keywords: Bukit Batu River; water pollution; SWOT analysis; pollution control strategy

PENDAHULUAN

Sungai merupakan ekosistem penting yang dimanfaatkan manusia sebagai sumber daya alam yang vital bagi lingkungan dan kehidupan sehari-hari. Air permukaan sungai menjadi penopang kehidupan masyarakat sekitar untuk berbagai keperluan seperti penampungan air, irigasi, transportasi, peternakan, industri, dan perumahan (Hendrawan, 2010). Sungai Bukit Batu di Kabupaten Bengkalis adalah salah satu sumber air yang dimanfaatkan penduduk sekitar untuk kebutuhan sehari-hari. Sungai ini melintasi berbagai wilayah seperti tempat wisata, cagar biosfer, perusahaan, permukiman, dan perkebunan.

Sungai Bukit Batu memiliki peran penting bagi masyarakat setempat dalam aspek ekonomi, sosial, dan ekologi. Banyak masyarakat yang bergantung pada sungai untuk perikanan dan pertanian. Selain itu, sungai ini juga menjadi sumber air baku industri, mata pencaharian nelayan, dan sarana transportasi. Namun, berbagai aktivitas antropogenik dan alamiah menjadi sumber pencemaran sungai, yang dikategorikan sebagai *point source* dan *nonpoint source* (Henley, 2007).

Pencemaran sungai terjadi ketika kualitas airnya tidak lagi sesuai dengan peruntukannya (Pohan et al., 2017), yang berdampak pada ketersediaan air bersih dan keberlanjutan ekosistem sungai (Mokarram et al., 2020). Menurut Direktorat Jenderal Pengendalian Pencemaran dan Kerusakan Lingkungan (2023), sekitar 70% sungai di Indonesia tercemar dengan berbagai tingkat keparahan. Sungai Bukit Batu juga mengalami pencemaran sedang akibat aktivitas industri dan domestik yang tidak terkontrol. Penelitian ini penting untuk menganalisis pencemaran, mengevaluasi kondisi eksisting sungai, kondisi sosial ekonomi masyarakat sekitar, dan strategi pengendalian pencemaran.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis kondisi kualitas air Sungai Bukit Batu serta kegiatan sosial ekonomi masyarakat di sekitarnya, menganalisis beban pencemaran sungai, menentukan status mutu airnya, dan menyusun strategi pengendalian pencemaran yang tepat untuk Sungai Bukit Batu di Kabupaten Bengkalis.

METODE PENELITIAN

Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif melalui observasi lapangan untuk mengumpulkan data biofisik Sungai Bukit Batu yang akan digunakan dalam perhitungan indeks pencemaran, status mutu air, dan

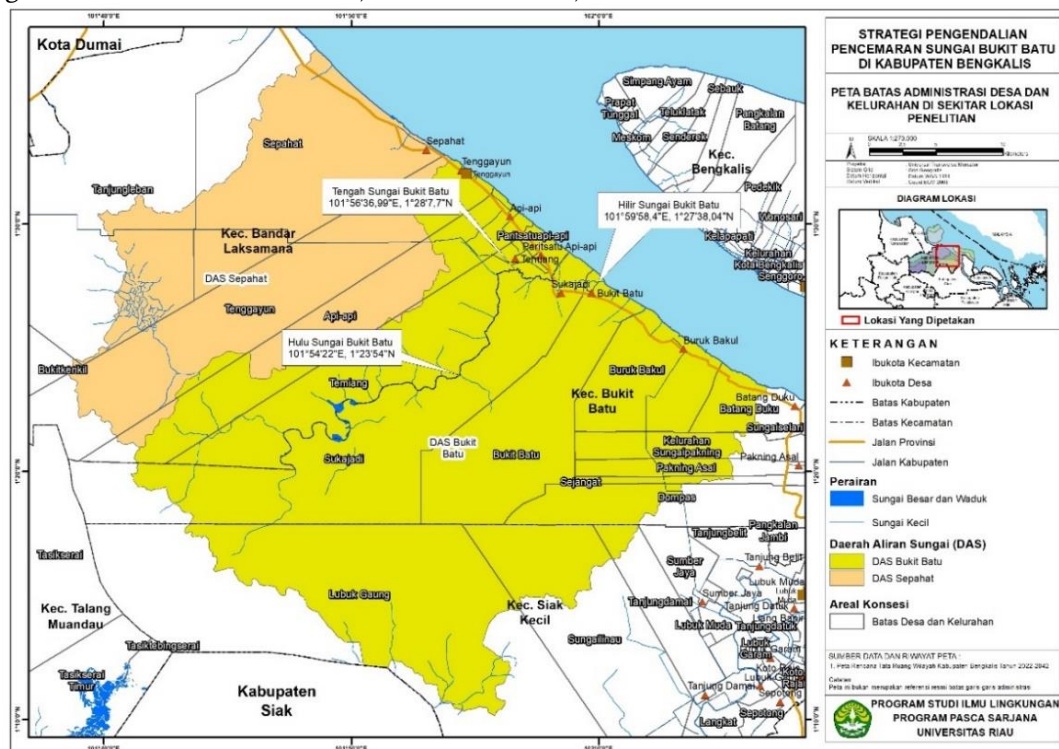


beban pencemaran. Selain itu, wawancara mendalam dilakukan untuk memahami kondisi sosial ekonomi masyarakat sekitar sungai, dan studi kepustakaan bertujuan untuk memperoleh informasi dari penelitian serupa di lokasi lain.

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian tentang Sungai Bukit Batu di Kabupaten Bengkalis dilaksanakan pada Juni – November 2024 (Gambar 1). Pengambilan sampel air menggunakan teknik *non-probability sampling* di tiga stasiun dengan koordinat sebagai berikut :

1. Hulu dengan titik koordinat E 101°56'36,99" dan N 01°28',7,7"
2. Tengah dengan titik koordinat E 101°58'6,06" dan N 01°27'54,7"
3. Hilir dengan titik koordinat E 101°59'58,4" dan N 01°27'38,04"



Gambar 1. Peta Batas Administrasi Desa dan Kelurahan tempat penelitian

Analisis kualitas air dilakukan di laboratorium terakreditasi PT. Global Quality Analytical. Data sosial ekonomi masyarakat sekitar sungai akan dikumpulkan melalui wawancara dan kuesioner di lokasi penelitian.

Alat dan Bahan

Penelitian ini menggunakan dua kelompok alat dan bahan. Pertama, untuk mengevaluasi kondisi sungai (termasuk kualitas air dan beban pencemaran) digunakan termometer, botol sampel, GPS, kamera, alat tulis, gayung, ember, dan sampel air dari tiga lokasi. Kedua, untuk menentukan strategi pengendalian pencemaran menggunakan metode SWOT, diperlukan kuesioner, laptop, rekaman audio, serta data kuesioner dari responden ahli terkait dimensi ekologi, sosial, dan ekonomi.

Jenis dan Sumber Data

Data penelitian ini dikelompokkan menjadi empat bagian: evaluasi kondisi eksisting, penentuan status mutu air, penentuan beban pencemaran, dan penentuan strategi pengendalian pencemaran Sungai Bukit Batu di Kabupaten Bengkalis.

Metode Pengumpulan Data

Pengambilan dan Pengujian Kualitas Air Sungai

Pengumpulan data penelitian ini menggunakan teknik cluster sampling. Titik pengambilan sampel air ditentukan dengan GPS, mempertimbangkan kemudahan akses dan representasi segmen sungai. Pengambilan



sampel air Sungai Bukit Batu dilakukan sesuai SNI 8995:2021. Pengujian kualitas air meliputi pH, DO, BOD, COD, TSS, Nitrogen Total, Total Fosfat, dan Fecal coliform, dibandingkan dengan baku mutu sesuai Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 dan Peraturan Menteri LHK Nomor 27 Tahun 2021 di laboratorium terakreditasi PT. Global Quality Analytical. Proses pengambilan sampel di setiap segmen meliputi pengukuran lebar, kedalaman, dan kecepatan aliran sungai, perhitungan debit, penentuan cara pengambilan sampel sesuai SNI, pengambilan air, dan pengiriman sampel ke Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Bengkalis untuk pengujian.

Menganalisis Kondisi Eksisting

Data kondisi eksisting dikumpulkan melalui pengamatan langsung data sosial-ekonomi penduduk dari 10 desa yang diperoleh dari BPS Bengkalis. Kuesioner juga digunakan dengan metode *purposive sampling* agar responden yang dipilih sesuai dengan tujuan penelitian (Arum, 2019). Selain itu, kondisi eksisting dianalisis melalui overlay peta wilayah studi dengan peta pola ruang, tata guna lahan, dan sempadan sungai dari Dinas PUPR Bengkalis.

Menentukan Beban Pencemaran Air Sungai

Beban pencemaran sungai berpotensi meningkat seiring pertumbuhan penduduk dan aktivitas lainnya, sehingga perlu dialokasikan dengan mempertimbangkan aspek sosial ekonomi dan konservasi air jangka panjang. Analisis beban pencemaran memerlukan data debit sungai, yang diukur menggunakan metode *velocity area methods* dengan pelampung permukaan, sebagaimana diformulasikan dalam rumus berikut.

a) Debit

$$Q_s = Fd \cdot Vd \dots\dots\dots (1)$$

$$F_s = \frac{b \cdot (c + d + e)}{3} \dots\dots\dots (2)$$

$$V_s = \frac{\text{jarak (m)}}{\text{waktu (s)}} \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan:

Q_s = Debit sungai ($m^3/detik$)

F_d = Luas Penampang (m^2)

V_d = Kecepatan arus sungai ($m/detik$)

B = Lebar sungai

b) Perhitungan Beban Pencemar

$$BPS = Q_s \times C_s(j) \times f \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan:

BPS = Beban Pencemaran Sungai ($kg/hari$)

Q_s = Debit Air Sungai ($m^3/detik$)

$C_s(j)$ = Konsentrasi Unsur Pencemar j (mg/l)

F = Faktor Konversi ($1 \text{ kg } 1000 \times (1000 \text{ l}) \times 24 \text{ jam} \times 60 \text{ menit} \times 60 \text{ detik} = 86400 \text{ detik } 1 \text{ hari} = 84.6 \text{ kg.l.dtk.m}^3.\text{hari}$)

c) Beban Pencemar Maksimum

$$BPM = Q \times CBM \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan:

BPM = Beban Pencemaran Maksimum ($kg/hari$)

Q = Debit Terukur ($m^3/detik$)

CBM = Konsentrasi (standar baku mutu berdasarkan PP No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup Lampiran VI) (mg/l)

d) Beban Pencemar Aktual

$$BPA = Q \times CM \dots\dots\dots (6)$$

Keterangan:

BPA = Beban Pencemaran Aktual ($kg/hari$)

Q = Debit Terukur ($m^3/detik$)

CM = Konsentrasi Terukur

e) Daya Tampung Beban Pencemar

$$DTBP = \text{Beban Maksimum} - \text{Beban Aktual (kg/hari)} \dots\dots\dots (7)$$

Keterangan:

DTBP = Daya Tampung Beban Pencemaran ($kg/hari$)



Menentukan Status Mutu Air Sungai

Analisis status mutu air Sungai Bukit Batu ditentukan menggunakan metode Indeks Pencemaran (IP) dengan menggunakan perhitungan Persamaan 8. Setelah itu dilakukan evaluasi berdasarkan Tabel 1 dibawah ini.

$$PI_j = \sqrt{\frac{(C_i/L_{ij})^2_M + (C_i/L_{ij})^2_R}{2}} \dots\dots\dots (8)$$

Tabel 1. Status Mutu Air Berdasarkan Nilai Indeks Pencemaran

Nilai Indeks Pencemaran	Kriteria
$0,0 \leq P_{ij} \leq 1,0$	Kondisi Baik
$1,0 \leq P_{ij} \leq 5,0$	Tercemar Ringan
$5,0 \leq P_{ij} \leq 10,0$	Tercemar Sedang
$10,0 \geq P_{ij}$	Tercemar Berat

Sumber: Permen LHK No. 27 Tahun 2021

Menentukan Strategi Pengendalian Pencemaran Sungai

Strategi pengendalian pencemaran Sungai Bukit Batu ditentukan melalui Analisis SWOT. Rangkuti (2013) mengemukakan bahwa analisis ini adalah identifikasi sistematis berbagai faktor untuk merumuskan strategi perusahaan, berlandaskan logika memaksimalkan kekuatan (*Strength*) dan peluang (*Opportunities*), serta meminimalkan kelemahan (*Weakness*) dan ancaman (*Threats*). Proses pengambilan keputusan strategis terkait erat dengan pengembangan misi, tujuan, strategi, dan kebijakan. Oleh karena itu, perencana strategis perlu menganalisis faktor-faktor strategi (kekuatan, kelemahan, peluang, dan ancaman), yang dikenal sebagai Analisis Situasi atau Analisis SWOT. Untuk melakukan analisis ini, diperlukan identifikasi faktor internal (IFE) dan eksternal (EFE) sebagai dasar intervensi.

Definisi Operasionalisasi Variabel

Operasionalisasi variabel penelitian dalam penelitian ini terdiri dari aspek ekologi, sosial dan ekonomi. Pada aspek ekologi, penelitian ini mengukur kuantitas dan kualitas air melalui pengukuran langsung di lapangan dan pengujian laboratorium, serta mengevaluasi tingkat pencemaran air dan kesesuaian tata ruang melalui observasi, analisis lapangan, kajian pustaka, dan wawancara mendalam.

Dalam aspek sosial, penelitian berfokus pada kearifan lokal, pengelolaan sumber daya air, kepedulian masyarakat, perilaku membuang sampah ke sungai, tingkat ketergantungan masyarakat terhadap sumber daya air, ketersediaan kelompok masyarakat dalam pengelolaan air, serta ketersediaan peraturan daerah atau kebijakan terkait pengelolaan sumber daya air. Data untuk aspek ini dikumpulkan melalui wawancara mendalam dan kuesioner.

Terakhir, pada aspek ekonomi, penelitian menggali informasi mengenai pendapatan masyarakat, tarif penggunaan sumber daya air, pemanfaatan jasa lingkungan, dan ketersediaan dana untuk kegiatan pelestarian sumber daya air, dengan menggunakan metode wawancara mendalam dan kuesioner.

Secara keseluruhan, seluruh variabel dalam penelitian ini diukur menggunakan skala data ordinal dan bersumber dari data primer dan sekunder.

HASIL PENELITIAN

Kondisi Eksisting Kualitas Sungai serta Kegiatan Sosial dan Ekonomi Masyarakat di Wilayah Sungai Bukit Batu

Gambaran Umum Daerah Aliran Sungai Bukit Batu

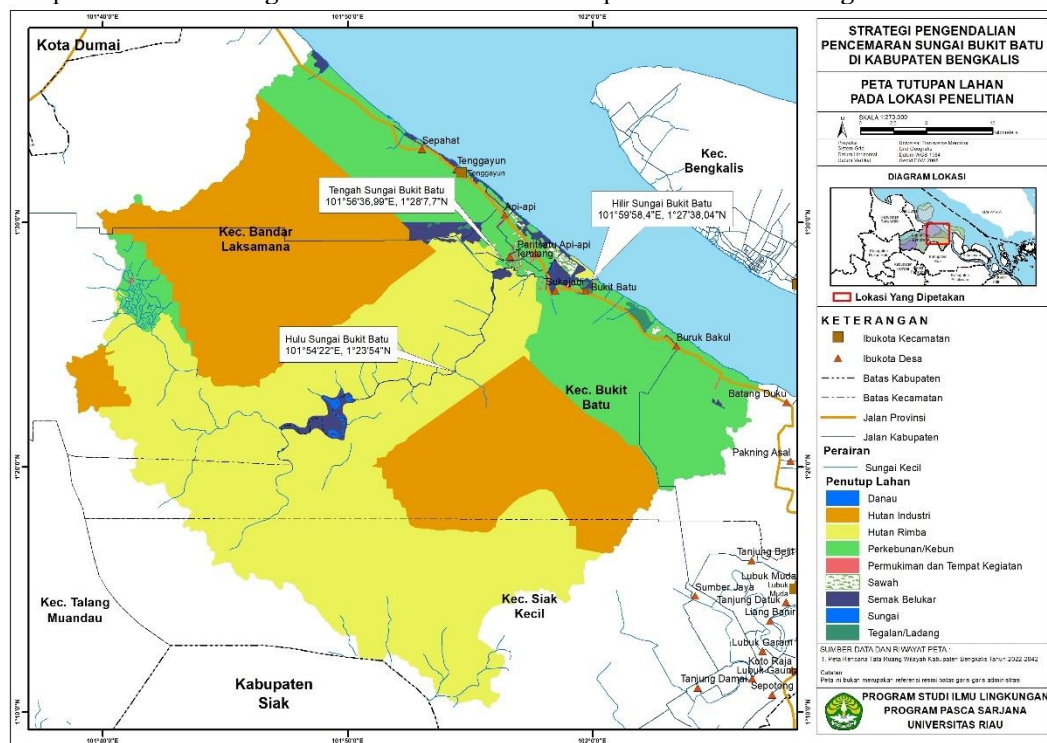
Wilayah Sungai (WS) Bukit Batu penting dalam pengelolaan air di Riau, khususnya Bengkalis. Sungai Bukit Batu mengalir melalui beberapa kecamatan dan desa, bermanfaat bagi masyarakat, terutama untuk irigasi, air bersih, dan ekonomi. Berdasarkan Kepres RI No. 12 Tahun 2012, WS Bukit Batu terbagi menjadi DAS Bukit Batu dan DAS Sepahat.

Penelitian ini mengamati kondisi fisik sungai di hulu (Desa Sukajadi, koordinat 1°23'54"N, 101°54'22"E), tengah (Desa Temiang, koordinat 1°28'7,7"N, 101°56'36,99"E), dan hilir (Desa Bukit Batu, koordinat



1°27'38,04"N, 101°59'58,4"E) Dapat dilihat pada (Gambar 2) tentang tutupan lahan DAS Bukit Batu untuk memberikan gambaran menyeluruh dan memetakan pengaruhnya terhadap desa-desa yang dilalui.

- Hulu (Sukajadi): Alami, sedikit intervensi manusia. Masyarakat bergantung pada sungai untuk irigasi, nelayan, dan air bersih. Pengamatan untuk memonitor kualitas air dan menjaga ekosistem.
- Tengah (Temiang): Lebih terpengaruh kegiatan manusia (irigasi, potensi pencemaran industri/rumah tangga). Pengamatan untuk menilai kualitas air, kepadatan penduduk, dan dampak aktivitas manusia.
- Hilir (Bukit Batu): Dekat muara. Pemanfaatan untuk perikanan, transportasi, dan ekowisata. Pengamatan fokus pada kondisi ekologis dan sosial ekonomi akibat perubahan aliran sungai.



Gambar 2. Peta Tutupan Lahan DAS Bukit Batu

DAS Bukit Batu memiliki beragam tutupan lahan, termasuk hutan industri (terutama di bagian tengah) yang penting untuk ekonomi lokal. Pengelolaan hutan industri yang bijaksana diperlukan untuk mencegah kerusakan lingkungan dan menjaga kualitas air sungai. Selain Hutan Tanaman Industri (HTI), Hak Guna Usaha (HGU) juga mendominasi DAS Bukit Batu, dengan luas lahan yang signifikan yang berpotensi mempengaruhi ekosistem.

Kegiatan perkebunan HGU dapat mempengaruhi aliran sungai melalui erosi (yang menyebabkan sedimentasi) dan pencemaran dari pestisida/pupuk kimia. Perkebunan memberikan manfaat ekonomi (lapangan kerja, produksi komoditas), tetapi pengelolaan yang tidak berkelanjutan dapat menurunkan kualitas sumber daya alam dan berdampak pada masyarakat yang bergantung pada air sungai. Menurut data kecamatan, terdapat tiga perusahaan HTI dan satu perusahaan HGU di sekitar wilayah Bukit Batu.

Kualitas Air Sungai Bukit Batu

Pengukuran kualitas air Sungai Bukit Batu dilakukan pada 3 titik pengamatan yang mewakili hulu, tengah dan hilir dengan hasil yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Dari tabel 2 dapat dilihat bahwasanya BOD dan COD dominan mencemari Sungai Bukit Batu (melebihi baku mutu kelas II). Hulu Sungai Bukit Batu alami, BOD/COD tinggi karena bahan organik dari gambut (serasah, asam humat/fulvat). Dekomposisi lebih intensif di gambut (Said et.al, 2019), kondisi anaerobik memperburuk oksigenasi. Tengah/hilir Sungai Bukit Batu, BOD meningkat karena gambut, limbah rumah tangga, pertanian/peternakan (pupuk organik/kimia), dan minimnya pengelolaan limbah. Kadar BOD yang tinggi dalam air Sungai Kuin menunjukkan tingginya kandungan mikroorganisme, yang dapat menimbulkan masalah kesehatan bagi masyarakat yang menggunakan air sungai secara langsung, seperti iritasi kulit akibat

kontak dengan air tercemar (Santy, Adyatma, & Nurul 'Huda, 2017). BOD tinggi menimbulkan masalah kesehatan (Manik, 2016).

COD juga meningkat (82–87 mg/l, melebihi baku mutu kelas IV PP 22/2021). COD tinggi karena bahan organik dari gambut dan limbah organik/anorganik dari pemukiman, perkebunan, dan perusahaan (misalnya, limbah kayu HTI). Limbah domestik (sisa makanan, deterjen dan lain-lain) tidak dikelola dengan baik. Kondisi ini meningkatkan kebutuhan oksidasi kimia, sehingga COD tinggi.

Tabel 2. Hasil Analisis Kualitas Air Sungai Bukit Batu

No	Parameter	Satuan	Juni dan September			Baku Mutu
			Hulu	Tengah	Hilir	
1	Suhu	°C	28,5	30	30	Dev 3
2	TSS	mg/l	28,5	35	38	50
3	pH		3,9	3,4	3,4	6 – 9
4	BOD	mg/l	24,4	25	26	3
5	COD	mg/l	82	83	87	25
6	DO	mg/l	3,4	2,4	1,7	4
7	Total Fosfat	mg/l	0,015	0,02	0,02	0,2
8	Total Nitrogen	mg/l	1,5	5,9	6,8	15
9	<i>Fecal coli</i>	MPN/100 ml	33	230,9	130	1000

Sumber: Data Primer 2024

Berdasarkan tabel, hasil parameter adalah:

- Suhu: penting untuk metabolisme, dimana pada ketiga stasiun diperoleh perbedaan kecil kisaran suhu, yaitu: 28,5-30°C yang dipengaruhi matahari dan dapat mempengaruhi aktivitas biologis, reaksi kimia, gas (Astono et al., 2008) serta mendukung organisme akuatik (Effendi, 2003).
- TSS: Zat padat (pasir, dan lain-lain)/biotik (fitoplankton)/abiotik (detritus). TSS bervariasi, tertinggi di bagian hilir (38 mg/l). Berdasarkan PP 22/2021: air minum (kelas I/II), nilai TSS maksimum adalah 50 mg/l, sehingga Sungai Bukit Batu layak untuk higiene (di bawah baku mutu).
- pH: pH *insitu*, hasil 3,3-3,9. Rendah karena gambut. Kajian PSDA: air baku rendah karena gambut. pH rendah (warna coklat-merah) karena kation rendah, zat organik (Elystia et al., 2022).
- BOD: Oksigen untuk memecah organik aerobik. BOD penduga kebutuhan perairan untuk degradasi organik (Salmin, 2005). BOD 24,4-26 mg/l. Melebihi baku mutu kelas II.
- COD: Oksigen untuk oksidasi organik kimiawi, mengurangi oksigen terlarut. COD 82-87 mg/l. Pestisida berlebih mencemari (Prabowo & Subantoro, 2020). Melebihi baku mutu sungai kelas II (25 mg/l), indikasi pencemaran.
- DO: Oksigen terlarut. DO tinggi = air baik. DO 1,7-3,4 mg/l, di bawah standar Kelas I/II, sebagian di bawah minimum Kelas III (PP 22/2021). Kurang ideal untuk akuatik yang sensitif oksigen rendah. DO penting untuk kualitas air (Sugianti & Astuti, 2018).
- Fosfat: Indikator pencemaran (limbah, pupuk, industri). Tinggi = tingkatkan alga, kurangi sinar matahari (Ngibad, 2019). Sungai Bukit Batu 0,015-0,02 mg/l, rendah-sedang, umumnya tidak signifikan. 0,051-0,1 mg/l = perairan subur (Effendi, 2003).
- Nitrogen: Mendukung pertumbuhan akuatik, berlebih = eutrofikasi. Sungai Bukit Batu 1,5-6,8 mg/l.
- Fecal Coliform: Bakteri indikator kualitas air (tinja). Tinggi = limbah buruk, berdampak (Bensig et al., 2014). Sungai Bukit Batu memiliki fecal coliform berkisar 33 – 230,9 MPN/100 ml. Nilai tersebut akan meningkat di sungai perkotaan (Sanders et al., 2013; Santy, Adyatma, & Nurul Huda, 2017).

Kondisi Sosial Ekonomi Masyarakat Sekitar Sungai Bukit Batu

Wilayah Sungai Bukit Batu memiliki distribusi penduduk yang tidak merata. Kecamatan Bukit Batu memiliki jumlah penduduk terbanyak yaitu 22.902 jiwa dan kepadatan penduduk tertinggi, yaitu: 51,30 jiwa/km². Sebaliknya, Kecamatan Bandar Laksamana memiliki jumlah penduduk paling sedikit, yaitu: 17.070 jiwa dan kepadatan penduduk terendah yaitu 13,85 jiwa/km² pada tahun 2024.

Ketersediaan sumber daya air di wilayah studi sangat dipengaruhi oleh curah hujan dan kondisi klimatologi di Sungai Bukit Batu. Faktor ini menjadi aspek penting dalam pengelolaan sungai terutama dalam menentukan keandalan debit air yang tersedia untuk memenuhi kebutuhan, baik di dalam maupun di luar Daerah



Aliran Sungai (DAS) Bukit Batu. Berdasarkan perhitungan Rencana Kebutuhan Infrastruktur (RKI) Eksisting Wilayah Sungai Bukit Batu Tahun 2020, total kebutuhan air mencapai 0,009 m³/detik.

Mata pencaharian utama masyarakat adalah pertanian, perkebunan, dan perikanan. Penggunaan lahan didominasi oleh hutan industri dan perkebunan. Aktivitas pemupukan berpotensi menurunkan kualitas air. Pupuk kimia dari perkebunan dapat mencemari sungai dan memicu eutrofikasi.

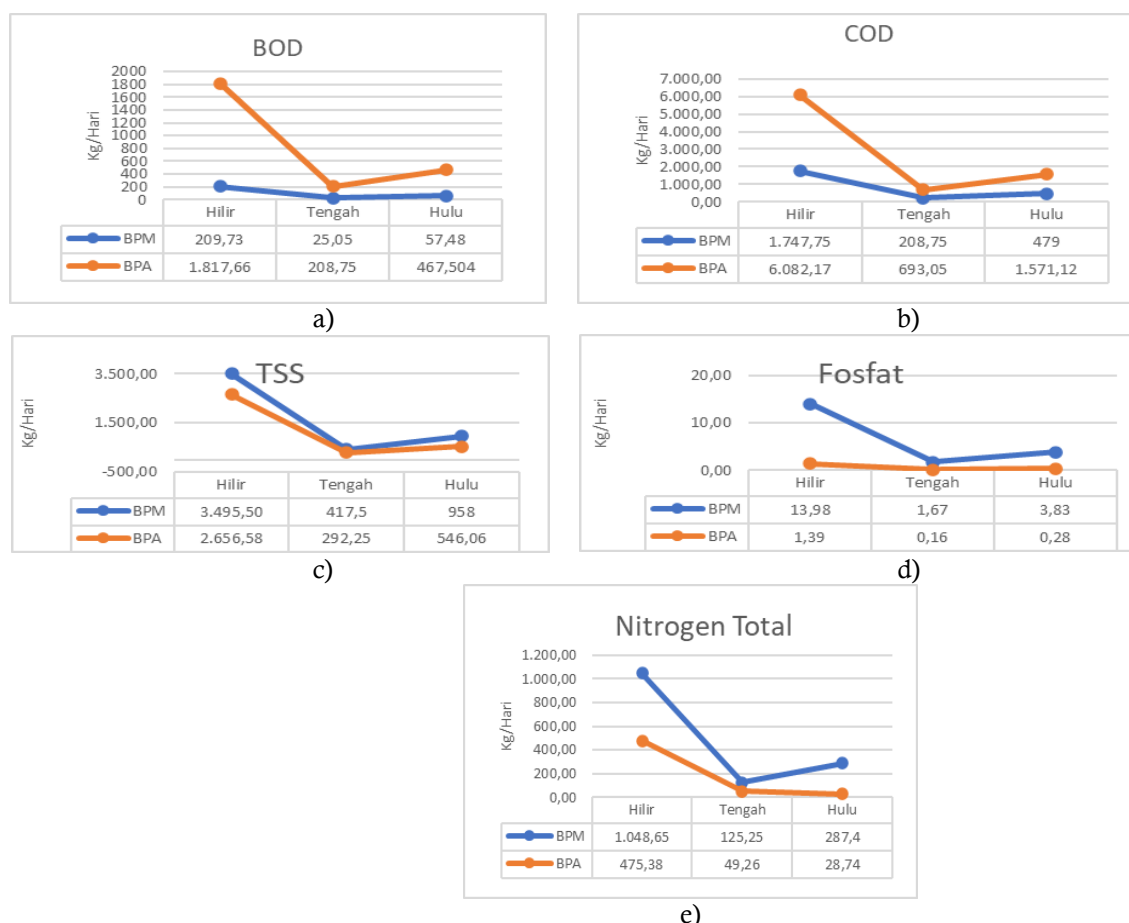
Beban Pencemaran Sungai Bukit Batu

Beban Pencemaran Maksimum (BPM) dihitung berdasarkan baku mutu air Sungai Kelas II (PP No. 22 Tahun 2021), sedangkan Beban Pencemaran Aktual (BPA) berdasarkan hasil uji sampel. Hasil perhitungan BPM dan BPA untuk parameter BOD, COD, TSS, Total Fosfat, dan Nitrogen Total di setiap titik pengambilan sampel dapat dilihat pada Tabel 3 dan Gambar 3.

Tabel 3. Potensi Beban Pencemar Sungai Bukit Batu

Parameter (Kg/hari)	Hilir		Tengah		Hulu	
	BPM	BPA	BPM	BPA	BPM	BPA
BOD	209,73	1.817,66	25,05	208,75	57,48	467,504
COD	1.747,75	6.082,17	208,75	693,05	479	1.571,12
TSS	3.495,5	2.656,58	417,5	292,25	958	546,06
Total Fosfat	13,98	1,39	1,67	0,16	3,83	0,28
Nitrogen Total	1.048,65	475,38	125,25	49,26	287,4	28,74

(Data Primer, 2024)



Gambar 3. Grafik Hasil Perhitungan Beban Pencemaran Parameter (a) BOD, (b) COD, (c) TSS, (d) Total Fosfat dan (e) Total Nitrogen

Hasilnya menunjukkan bahwa beban pencemar di hilir cenderung lebih tinggi, terutama untuk BOD, COD, dan TSS, kemungkinan akibat peningkatan debit dan akumulasi pencemaran dari aktivitas manusia dan



limbah. Daya Tampung Beban Pencemaran (DTBP) dihitung dari selisih BPM dan BPA. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Perhitungan Daya Tampung Beban Pencemar

Parameter (Kg/hari)	September		
	Hilir	Tengah	Hulu
BOD	-1607,93	-183,7	-410,024
COD	-4334,42	-484,3	-1092,12
TSS	838,92	125,25	411,94
Total Fosfat	12,5838	1,503	3,5446
Nitrogen Total	573,262	75,985	258,66

Sumber: Data Primer, 2024

Nilai negatif pada BOD dan COD di semua lokasi, terutama di hilir, mengindikasikan pencemaran organik yang serius dan melampaui daya tampung sungai. Sebaliknya, TSS, Total Fosfat, dan Nitrogen Total masih menunjukkan nilai positif, meskipun terjadi peningkatan beban di hilir. Kondisi ini menunjukkan perlunya pengelolaan pencemaran yang lebih baik, terutama di bagian hulu, dan pemantauan kualitas air yang ketat untuk menjaga daya dukung Sungai Bukit Batu.

Status Mutu Air Sungai Bukit Batu

Indeks pencemaran digunakan untuk menentukan status mutu air suatu sumber air dengan membandingkan kondisi aktual terhadap baku mutu yang telah ditetapkan. Hasil pengukuran parameter kualitas air Sungai Bukit Batu disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Rata-Rata Parameter Indeks Pencemar Sungai Bukit Batu

No.	Parameter	Satuan	Hasil Pemantauan	Baku Mutu
1	pH	mg/l	3,4	6 – 9
2	BOD	mg/l	25,13	3
3	COD	mg/l	84	25
4	TSS	mg/l	33,83	50
5	Total Fosfat	mg/l	0,018	0,2
6	DO	mg/l	2,3	4
7	Total Nitrogen	mg/l	4,73	10
8	<i>Fecal coli</i>	MPN/100 mL	109,93	1000

Sumber: Data Primer 2024

Tabel 5 menyajikan hasil rata-rata parameter kualitas air Sungai Bukit Batu yang menunjukkan beberapa parameter melampaui baku mutu, seperti pH rendah (3,4), BOD (25,13 mg/l), dan COD (84 mg/l), mengindikasikan pencemaran serius. DO juga rendah (2,3 mg/l), sementara TSS (33,83 mg/l) dan total fosfat (0,018 mg/l) masih aman. Nitrogen (4,73 mg/l) dan fecal coliform (109,93 MPN/100 ml) juga di bawah batas. Kondisi asam kemungkinan disebabkan oleh tanah gambut, sementara tingginya BOD dan COD mengindikasikan dominasi limbah rumah tangga yang berdampak pada rendahnya oksigen terlarut.

Untuk melakukan status mutu air, dilakukan analisis Indeks Pencemar (IP). Hasil analisis indeks pencemar yang menunjukkan Sungai Bukit Batu dapat dilihat pada Gambar 2 dibawah ini.

Dari gambar 4 menyatakan Sungai Bukit Batu tercemar ringan di hulu (2,88), tengah (2,92), dan hilir (2,97), dengan tren peningkatan ke arah hilir akibat aktivitas manusia seperti pemukiman, industri, dan pertanian. Peningkatan pencemaran di hilir juga dipengaruhi oleh aktivitas wisata dan kepadatan penduduk. Temuan ini menekankan pentingnya pengelolaan limbah dan perlindungan kualitas air sungai.

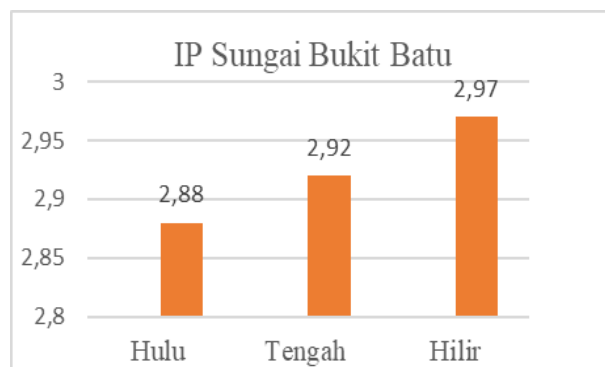
Strategi Pengendalian Pencemaran pada Sungai Bukit Batu

Analisis strategi pengendalian pencemaran Sungai Bukit Batu melibatkan evaluasi faktor internal (kekuatan dan kelemahan) dan eksternal (peluang dan ancaman) melalui pendekatan SWOT. Faktor internal mencakup kekuatan seperti fungsi sungai sebagai konservasi dan regulasi yang ketat, serta kelemahan seperti pelanggaran lingkungan dan kurangnya koordinasi antar instansi. Faktor eksternal mencakup peluang seperti



pengembangan ekowisata dan pemanfaatan teknologi, serta ancaman seperti limbah pertanian dan perubahan iklim.

Hasil analisis IFAS dan EFAS menunjukkan bahwa strategi yang diprioritaskan adalah strategi SO (*Strength-Opportunity*). Strategi ini menekankan pada pemanfaatan kekuatan internal untuk mengatasi ancaman eksternal, dengan fokus pada pengembangan ekowisata konservatif, pembangunan infrastruktur hijau, optimalisasi pemantauan *real-time*, dan peningkatan edukasi lingkungan melalui media sosial.



Gambar 4. Analisis Indeks Pencemar Sungai Bukit Batu

SIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa kualitas air Sungai Bukit Batu mengalami penurunan dari hulu ke hilir, terutama pada parameter pH, BOD, dan COD, dan tergolong tercemar ringan. Beban Pencemaran Aktual (BPA) untuk BOD dan COD melebihi batas yang diizinkan, sementara parameter lain masih dalam batas aman. Strategi pengendalian pencemaran yang direkomendasikan adalah S-O, yang meliputi pengembangan ekowisata konservatif, pembangunan infrastruktur hijau, optimalisasi pemantauan *real-time*, dan edukasi lingkungan melalui media sosial. Untuk penelitian lebih lanjut, disarankan untuk melakukan analisis status mutu air dengan metode Storet sebagai pembandingan dan melakukan pemodelan beban pencemaran menggunakan metode QUAL2K untuk mendukung pengembangan kebijakan pengelolaan yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Astono, W., Saeni, M. S., Lay, B. W., & Soemarto, S. (2008). Pengembangan model DO-BOD dalam pengelolaan kualitas air Sungai Ciliwung. *Forum Pascasarjana*, 31(1), 37–45.
- Arum, S. P. I. (2019). *Evaluasi Kualitas Air dan Strategi Pengendalian Pencemaran Air Limbah Domestik di Kelurahan Dinoyo, Kota Malang*. (pp. 1–124). [Tesis] Program Magister Pengelolaan Lingkungan Program Pascasarjana Universitas Brawijaya.
- Bensig, E.O., Flores, M. J. L., & Maglangit, F. F. (2014). Water quality assessment of Bulacao River, Cebu, Philippines using fecal and total coliform as indicators. *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences*, 5(2), 470–475.
- Badan Standardisasi Nasional. (2021). *SNI 8995:2021 metode pengambilan contoh uji air untuk pengujian fisika dan kimia*. Badan Standardisasi Nasional.
- Direktorat Jenderal Pengendalian Pencemaran dan Kerusakan Lingkungan (DJPPKL). (2023). Laporan Kinerja Tahun 2022 Direktorat Pengendalian Pencemaran dan Kerusakan Pesisir dan Laut. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.
- Effendi, H. (2003). *Telaahan kualitas air bagi pengelolaan sumberdaya dan lingkungan perairan*. Kanisius, Yogyakarta. 258 hal.



- Elystia, S., Hasibuan, N. A. H., & Zultiniar. (2022). Pemanfaatan bionanomaterial chitosan dari limbah cangkang kulit udang sebagai adsorben dalam pengolahan air gambut. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 20(3), 570–578. <https://doi.org/10.14710/jil.20.3.570-578>.
- Henley, D. E. F. (2007). Natural resource management and mismanagement: Observations from Southeast Asian agricultural history. In G. Bankoff & P. Boomgaard (Eds.), *A history of natural resources in Asia: The wealth of nature* (pp. 19–37). Palgrave Macmillan.
- Hendrawan, D. (2010). Kualitas air sungai dan situ di DKI Jakarta. *Makara of Technology Series*, 9(1), 13–19. <https://doi.org/10.7454/mst.v9i1.315>.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2021). *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 27 Tahun 2021 tentang Indeks Kualitas Lingkungan Hidup*. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.
- Manik, K. S. E. (2016). *Pengelolaan lingkungan hidup*. Penerbit Kencana (Prenamedia Group), Jakarta.
- Mokarram, M., Saber, A., & Sheykhi, V. (2020). Effects of heavy metal contamination on river water quality due to release of industrial effluents. *Journal of Cleaner Production*, 277, 123380. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123380>.
- Presiden Republik Indonesia. (2012). *Keputusan Presiden Republik Indonesia Nomor 12 Tahun 2012 tentang Penetapan Wilayah Sungai*. Presiden Republik Indonesia.
- Pohan, D. A. S., Budiyo, B., & Syafrudin, S. (2017). Analisis Kualitas Air Sungai Guna Menentukan Peruntukan Ditinjau Dari Aspek Lingkungan. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 14(2), 63–71. <https://doi.org/10.14710/jil.14.2.63-71>.
- Prabowo, R., & Subantoro, R. (2020). Kualitas air dan beban pencemaran pestisida di Sungai Babon Kota Semarang. *Mediagro*, 8(1). <https://publikasiilmiah.unwahas.ac.id/Mediagro/article/view/1304>.
- Pemerintah Indonesia. (2021). *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup*. Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2021 Nomor 32.
- Rangkuti, F. (2013). *Strategi promosi yang kreatif dan analisis kasus*. Gramedia Pustaka Utama.
- Salmin. (2005). Oksigen terlarut (DO) dan kebutuhan oksigen biologi (BOD) sebagai salah satu indikator untuk menentukan kualitas perairan. *Oseana*, 30(3), 21–26.
- Sanders, B. F., Schubert, J. E., & Smith, J. A. (2013). High-resolution urban flood modeling using GPUs: 1. Theory and validation. *Water Resources Research*, 49(2), 594–615. <https://doi.org/10.1002/wrcr.20117>.
- Santy, D. A., Adyatma, S., & Huda, N. (2017). Analisis kandungan bakteri fecal coliform pada Sungai Kuin Kota Banjarmasin. *Majalah Geografi Indonesia*, 31(3), 210–220. <https://jurnal.ugm.ac.id/mgi/article/view/26551/18787>.
- Sugianti, Y., & Astuti, L. P. (2018). Respon oksigen terlarut terhadap pencemaran dan pengaruhnya terhadap keberadaan sumber daya ikan di Sungai Citarum. *Jurnal Pertanian dan Perikanan*, 19(2), 203–211.
- Said, Y. M., Achnopa, Y., Zahar, W., & Wibowo, Y. G. (2019). Karakteristik fisika dan kimia air gambut Kabupaten Tanjung Jabung Barat, Provinsi Jambi. *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan*, 11(2), 134–144. <https://journal.uin.ac.id/JSTL/article/view/12138>.

