

Analisis Spasial-Temporal Kualitas Air dan Kapasitas Asimilasi Sungai Cibuyut Kabupaten Ciamis

Bima Aditya*, Mila Dirgawati, M. Rangga Sururi

Program Studi Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Nasional, Bandung

*Koresponden email: bimaaditya145@gmail.com

Diterima: 25 Mei 2026

Disetujui: 02 Juni 2026

Abstract

The Cibuyut River is a tributary of the Citanduy River in Ciamis Regency, categorized as a Class II river. Currently, the river receives dominant pollution loads from domestic activities and Small and Medium Enterprises (SMEs) such as tofu and palm flour industries. This study aims to evaluate water quality and pollution load carrying capacity using the Pollution Index (PI) and Mass Balance methods. Monitoring was conducted during the dry and rainy seasons of 2023–2024 across three segments: Upstream, Middle, and Downstream. The analysis results show that the overall water quality status falls into the "Lightly Polluted" category. The Middle Segment was identified as the most polluted point (hotspot) with the highest PI value reaching 3.83. The carrying capacity analysis indicates that the Middle Segment has exceeded its assimilative capacity (over-capacity), with a pollution load deficit of -56.33 kg/day for BOD and -1915.32 kg/day for COD. The proposed technical recommendation is the implementation of an Anaerobic-Aerobic Biofilter-based Communal Wastewater Treatment Plant (WWTP) to control industrial waste in the critical segment.

Keywords: *carrying capacity, cibuyut river, mass balance, pollution index, water quality*

Abstrak

Sungai Cibuyut merupakan anak Sungai Citanduy di Kabupaten Ciamis yang dikategorikan sebagai sungai Kelas II. Saat ini, sungai tersebut menerima beban pencemar dominan dari aktivitas domestik dan Industri Kecil Menengah (IKM) seperti industri tahu dan tepung aren. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kualitas air dan daya tampung beban pencemaran menggunakan metode Indeks Pencemaran (IP) dan Neraca Massa (*Mass Balance*). Pemantauan dilakukan pada musim kemarau dan penghujan tahun 2023–2024 di tiga segmen: Hulu, Tengah, dan Hilir. Hasil analisis menunjukkan status mutu air secara umum berada pada kategori "Cemar Ringan". Segmen Tengah teridentifikasi sebagai titik paling tercemar (*hotspot*) dengan nilai IP tertinggi mencapai 3,83. Analisis daya tampung menunjukkan bahwa Segmen Tengah telah melampaui kapasitas asimilasinya (*over-capacity*), dengan defisit beban pencemar BOD sebesar -56,33 kg/hari dan COD sebesar -1915,32 kg/hari. Rekomendasi teknis yang diusulkan adalah penerapan IPAL Komunal berbasis Biofilter Anaerob-Aerob untuk mengendalikan limbah industri di segmen kritis.

Kata Kunci: *daya tampung, indeks pencemaran, kualitas air, neraca massa, sungai cibuyut*

1. Pendahuluan

Sungai memiliki peran vital dalam mendukung kehidupan masyarakat, baik untuk irigasi, kebutuhan domestik, maupun habitat ekosistem perairan [13]. Sungai Cibuyut, yang merupakan salah satu anak Sungai Citanduy di Kabupaten Ciamis, secara baku mutu diperuntukkan sebagai air Kelas II berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 [13]. Kelas ini mensyaratkan air dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, dan pertanian [13].

Namun, seiring dengan pertumbuhan penduduk dan aktivitas ekonomi di Kabupaten Ciamis, kualitas air Sungai Cibuyut mengalami tekanan yang signifikan [5]. Sumber pencemaran utama (*point source* dan *non-point source*) di sepanjang Daerah Aliran Sungai (DAS) Cibuyut didominasi oleh limbah domestik dari pemukiman padat serta buangan dari Usaha Mikro Kecil dan Menengah (UMKM), khususnya industri tahu dan tepung aren yang membuang limbah cairnya langsung ke badan air tanpa pengolahan pendahuluan (*pre-treatment*) [4], [6]. Kondisi ini berpotensi menurunkan kemampuan asimilasi sungai atau daya tahannya dalam melakukan purifikasi alami (*self-purification*) [5].

Pemantauan yang dilakukan oleh Dinas Perumahan dan Kawasan Permukiman Lingkungan Hidup (DPRKPLH) Kabupaten Ciamis mengindikasikan adanya degradasi kualitas air, terutama pada parameter organik dan bakteriologis [3]. Oleh karena itu, penelitian ini menjadi krusial untuk dilakukan dan evaluasi

tidak hanya sebatas mengetahui status mutu air, tetapi juga harus mencakup perhitungan daya tampung beban pencemaran [11].

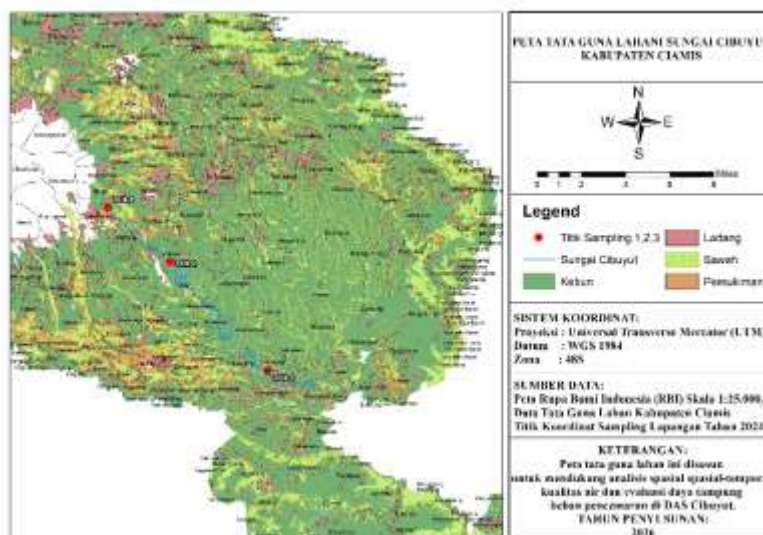
Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi status mutu air Sungai Cibuyut menggunakan metode Indeks Pencemaran (IP) sesuai dengan Kepmen LH Nomor 115 Tahun 2003 [9], serta menghitung status daya tampung beban pencemaran menggunakan metode Neraca Massa [11]. Hasil analisis ini diharapkan dapat menjadi landasan saintifik bagi pembuat kebijakan dalam merancang strategi pengendalian pencemaran, salah satunya melalui rekomendasi rekayasa teknis pengolahan limbah [10].

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif berdasarkan data hasil uji laboratorium kualitas air. Lokasi studi difokuskan pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Cibuyut, Kabupaten Ciamis [2]. Data yang digunakan merupakan data sekunder hasil pemantauan kualitas air oleh Laboratorium Lingkungan DPRKPLH Kabupaten Ciamis pada periode 2023 hingga 2024, yang mewakili kondisi musim kemarau dan musim hujan [13]. Pemantauan dilakukan di tiga titik representatif seperti tampak **Tabel 1**:

Tabel 1. Titik Pengambilan Sampel

Titik Pengambilan Sampel	Titik 1 (Segmen Hulu Sungai)	Titik 2 (Segmen Tengah Sungai)	Titik 3 (Segmen Hilir Sungai)
Musim Kemarau dan Musim Hujan	Desa Sukawening Kecamatan Cipaku	Desa Muktisari Kecamatan Cipaku	Desa Kertabumi, Kecamatan Cijeungjing
Titik Koordinat	LS. 07°13.750'S BT. 108°19.830' E	LS. 7°15.884"S BT. 108°22.266"E	LS. 7°20'884"S BT. 108°26.104"E



Gambar 1. Peta Tata Guna Lahan dan Titik Pengambilan Sampel di DAS Cibuyut

Parameter kunci yang dievaluasi mengacu pada baku mutu Kelas II (PP No. 22 Tahun 2021), meliputi Temperatur, TSS, TDS, Kekeruhan, pH, DO, BOD, COD, dan *Fecal Coliform* [13]. Penentuan status mutu air dihitung menggunakan persamaan Indeks Pencemaran (IP) berdasarkan Kepmen LH No. 115 Tahun 2003 [9].

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

Metode Indeks Pencemaran (IP) digunakan untuk menentukan status mutu air dengan membandingkan konsentrasi parameter terukur dengan baku mutu air Kelas II (PP No. 22/2021) [13]. Klasifikasi status mutu air dibagi menjadi Memenuhi Baku Mutu ($0 \leq IP \leq 1,0$), Cemar Ringan ($1,0 < IP \leq 5,0$), Cemar Sedang ($5,0 < IP \leq 10$), dan Cemar Berat ($IP > 10$) [9]. Sementara itu, daya tampung sungai dievaluasi dengan membandingkan Beban Pencemar Maksimum (BPM) dan Beban Pencemar Aktual (BPA) menggunakan konsep Neraca Massa [11]. Metode Neraca Massa (*Mass Balance*) digunakan untuk menghitung daya tampung beban pencemaran dengan membandingkan Beban Pencemar Aktual dengan

Beban Pencemar Maksimum [11]. Jika selisih bernilai negatif (-), maka sungai dinyatakan *over-capacity* atau tidak lagi memiliki daya tampung [5].

3. Hasil dan Pembahasan

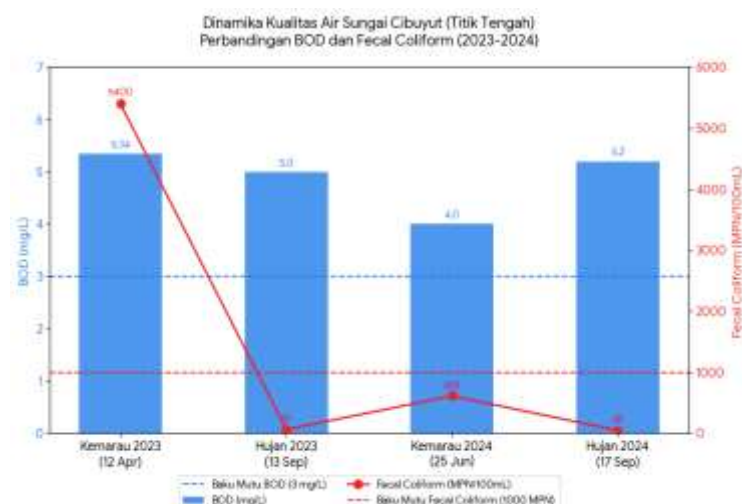
3.1 Karakteristik Kualitas Air Sungai Cibuyut

Berdasarkan hasil pengujian laboratorium, parameter kualitas air di Sungai Cibuyut menunjukkan fluktuasi yang dipengaruhi oleh tata guna lahan dan variasi musim [12]. Konsentrasi parameter organik seperti BOD dan COD, serta parameter bakteriologis (*Fecal Coliform*), mengalami lonjakan signifikan terutama pada Segmen Tengah [3]. Akumulasi limbah domestik berupa *grey water* (air cucian/mandi) dan *black water* (tinja), dipadukan dengan buangan limbah cair industri tahu yang kaya akan senyawa *biodegradable*, menyebabkan kebutuhan oksigen oleh mikroorganisme meningkat tajam [6]. Kondisi ini seringkali melampaui batas toleransi baku mutu air Kelas II [13]. Pada saat musim hujan, parameter TSS juga menunjukkan peningkatan akibat efek limpasan permukaan (*run-off*) dari area pertanian dan pemukiman yang membawa partikel tersuspensi ke badan air [2].

Tabel 1. Rekapitulasi Hasil Pengujian Kualitas Air Sungai Cibuyut (2023-2024)

No	Parameter (Satuan)	Baku Mutu Kelas II	Segmen Hulu (Titik 1)	Segmen Tengah (Titik 2)	Segmen Hilir (Titik 3)
Fisika					
1	Temperatur (°C)	Deviasi 3	25,1 – 27,4	26,1 – 27,2	26,5 – 28,2
2	TSS (mg/L)	50	12,0 – 35,0	35,5 – 48,35	22,0 – 42,0
3	TDS (mg/L)	1000	45,0 – 75,0	95,0 – 110	62,0 – 95,0
4	Kekeruhan (NTU)	-	5,61 – 12,4	21,5 – 32,8	10,2 – 18,5
5	Daya Hantar Listrik (µmhos/cm)	-	56,1 – 85,5	151 – 180	87,0 – 110
Kimia					
6	pH (-)	6 – 9	7,21 – 7,50	6,85 – 7,10	7,42 – 7,80
7	DO (mg/L)	4	6,20 – 7,10	2,10 – 3,40	5,40 – 6,40
8	BOD (mg/L)	3	2,00 – 2,80	4,00 – 5,34	2,80 – 3,60
9	COD (mg/L)	25	10,0 – 18,0	13,43 – 59,0	15,0 – 22,0
Mikrobiologi					
10	Fecal Coliform (MPN/100mL)	1000	50 – 490	45 – 5.400	79 – 1.300

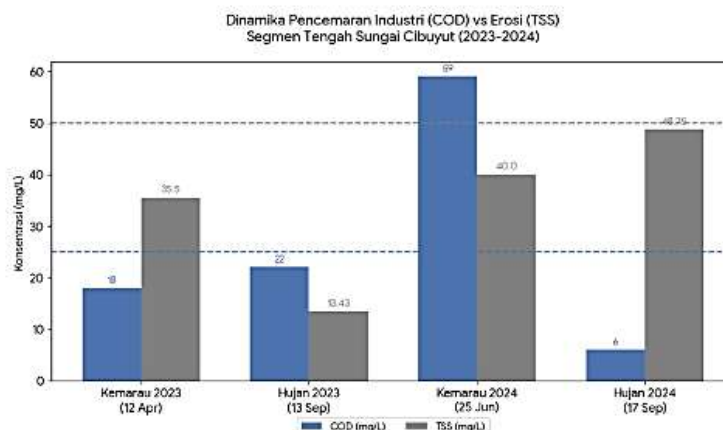
Sumber : Hasil Uji Lab DPRKPLH, 2023-2024



Gambar 2. Dinamika Parameter BOD dan Fecal Coliform pada Segmen Tengah

Grafik pada **Gambar 2** menunjukkan hubungan yang kuat antara tingginya beban organik (BOD) dan bakteriologis (*Fecal Coliform*). Pada musim kemarau, *Fecal Coliform* melonjak ekstrem hingga 5.400 MPN/100mL yang diiringi kenaikan BOD menjadi 5,34 mg/L. Hal ini mengonfirmasi akumulasi limbah domestik yang masuk tanpa pengolahan saat debit sungai menyusut [4]. Di sisi lain, lonjakan COD yang

tajam mencapai 59 mg/L juga ditemukan pada segmen ini akibat *shock loading* dari limbah cair industri tahu [6].



Gambar 3. Dinamika Parameter TSS dan COD pada Sungai Cibuyut Segmen Tengah

Berdasarkan **Gambar 3**, terlihat adanya peningkatan konsentrasi TSS yang signifikan, khususnya pada saat musim penghujan [2]. Peningkatan ini sangat dipengaruhi oleh efek limpasan permukaan (*run-off*) yang membawa sedimen, tanah, dan partikel tersuspensi dari area pertanian maupun permukiman di sepanjang sempadan sungai menuju badan air [12]. Di sisi lain, tingginya nilai COD (mencapai titik tertinggi di Segmen Tengah) berkorelasi erat dengan aktivitas pembuangan limbah cair dari industri tahu dan tepung aren [6]. Limbah dari UMKM ini tidak hanya menyumbang senyawa organik kompleks yang sulit terurai secara biologis (*non-biodegradable*), tetapi juga membawa material padatan tersuspensi sisa produksi [3], [4]. Fluktuasi kedua parameter ini secara jelas menegaskan besarnya tekanan beban pencemar, baik yang berasal dari sumber tersebar (*non-point source*) seperti limpasan air hujan, maupun dari sumber titik (*point source*) seperti saluran pembuangan limbah industri dan domestik [5].

3.2 Status Mutu Air (Indeks Pencemaran)

Perhitungan menggunakan metode Indeks Pencemaran (IP) menunjukkan bahwa secara umum, Sungai Cibuyut berstatus Cemar Ringan [7][8]. Fluktuasi nilai IP antar segmen menunjukkan pola spasial yang jelas terkait beban sumber pencemar [12]. Nilai IP tertinggi tercatat pada Segmen Tengah dengan angka mencapai 3,83. Peningkatan drastis dari Segmen Hulu ke Segmen Tengah membuktikan bahwa input pencemar secara *continuous loading* dari industri UMKM dan domestik melebihi laju purifikasi alami sungai [5].

Tabel 2. Rekapitulasi Perhitungan Indeks Pencemar Pada Sungai Cibuyut

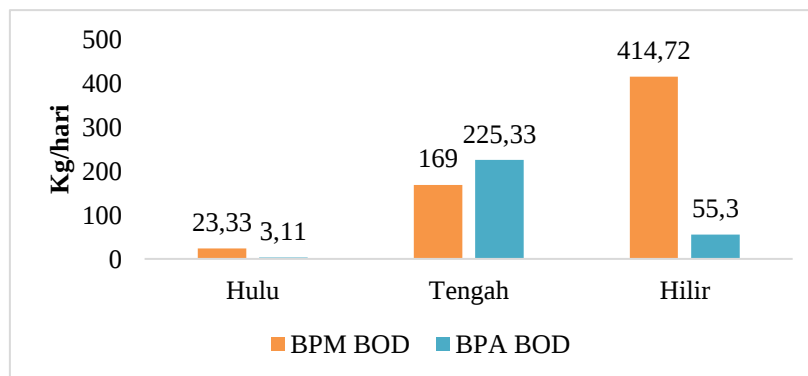
Periode	Sungai Cibuyut	Baku Mutu Kelas II	
		Nilai IP	Indeks Pencemar
Musim Kemarau 2023	Hulu	0.58	Memenuhi Baku Mutu
	Tengah	3.48	Cemar ringan
	Hilir	2.90	Cemar ringan
Musim Hujan 2023	Hulu	0.35	Memenuhi Baku Mutu
	Tengah	1.91	Cemar ringan
	Hilir	1.17	Cemar ringan
Musim Kemarau 2024	Hulu	1.30	Cemar ringan
	Tengah	3.21	Cemar ringan
	Hilir	2.39	Cemar ringan
Musim Hujan 2024	Hulu	0.62	Memenuhi Baku Mutu
	Tengah	3.83	Cemar ringan
	Hilir	1.84	Cemar ringan

Sumber : Hasil Analisis, 2024

3.3 Daya Tampung Beban Pencemaran

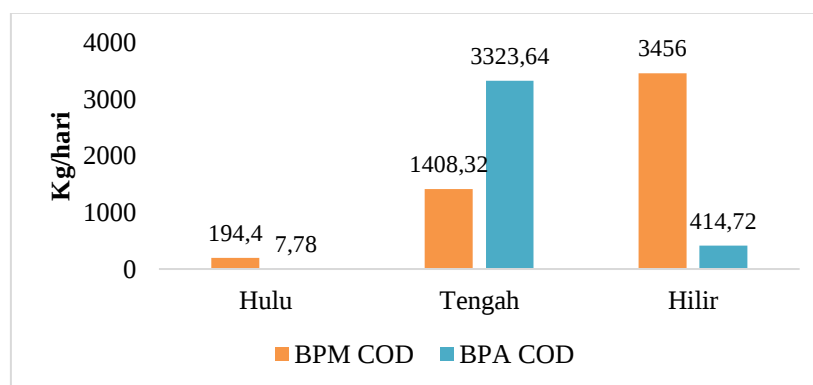
Perbandingan Beban Pencemar Aktual (BPA) dan Beban Pencemar Maksimum (BPM) menunjukkan bahwa Segmen Hulu dan Segmen Hilir masih aman. Namun, Segmen Tengah telah mengalami kondisi lewat jenuh (*over-capacity*) untuk parameter organik [11].

- **BOD:** Nilai BPA (225,33 kg/hari) melampaui BPM (169,00 kg/hari), menghasilkan defisit daya tampung sebesar -56,33 kg/hari.



Gambar 4. Perbandingan Beban Pencemar Maksimum (BPM) dan Aktual (BPA) Parameter BOD

- **COD:** Nilai BPA (3.323,64 kg/hari) melampaui BPM (1.408,32 kg/hari), menghasilkan defisit daya tampung ekstrem sebesar -1.915,32 kg/hari.



Gambar 5. Perbandingan Beban Pencemar Maksimum (BPM) dan Aktual (BPA) Parameter COD

3.4 Rekomendasi Pengendalian

Mengingat tingginya beban pencemaran organik, pendekatan *end-of-pipe* yang direkomendasikan adalah pembangunan infrastruktur pengolahan air limbah terpusat skala kawasan [10]. Alternatif teknis yang paling layak diterapkan adalah Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Komunal berbasis Biofilter Anaerob-Aerob [10]. Teknologi ini dipilih karena efisiensi penurunan BOD dan COD yang tinggi, tahan fluktuasi debit, dan kebutuhan lahan (*footprint*) yang dapat disesuaikan [10]. Selain itu, diperlukan unit *pre-treatment* berupa *solid trap* di masing-masing unit industri UMKM untuk mencegah penyumbatan [4].

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis, status mutu air Sungai Cibuyut masuk dalam kategori "Cemar Ringan". Titik paling kritis berada pada Segmen Tengah dengan nilai Indeks Pencemaran (IP) tertinggi sebesar 3,83. Segmen ini juga telah kehilangan kemampuan asimilasinya (*over-capacity*), dibuktikan dengan defisit daya tampung beban pencemaran sebesar -56,33 kg/hari untuk BOD dan -1.915,32 kg/hari untuk COD. Tingkat pencemaran ini didominasi oleh buangan organik dari limbah domestik dan UMKM (industri tahu dan tepung aren). Untuk memulihkan kualitas air dan mengendalikan beban pencemar agar tidak semakin memperburuk badan sungai, direkomendasikan penerapan rekayasa teknis berupa pembangunan IPAL Komunal dengan sistem Biofilter Anaerob-Aerob pada area permukiman dan sentra industri di Segmen Tengah.

5. Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pimpinan dan staf Laboratorium Lingkungan Dinas Perumahan dan Kawasan Permukiman Lingkungan Hidup (DPRKPLH) Kabupaten Ciamis yang telah memfasilitasi data pemantauan kualitas air Sungai Cibuyut serta memberikan bimbingan selama pelaksanaan Praktik Kerja sehingga artikel ini dapat terselesaikan dengan baik.

6. Singkatan

BOD	Biochemical Oxygen Demand
COD	Chemical Oxygen Demand
TSS	Total Suspended Solids
IP	Indeks Pencemaran
DPRKPLH	Dinas Perumahan dan Kawasan Permukiman Lingkungan Hidup
BPA	Beban Pencemar Aktual
BPM	Beban Pencemar Maksimum
IPAL	Instalasi Pengolahan Air Limbah
UMKM	Usaha Mikro Kecil dan Menengah

7. Referensi

- [1] R. Adeko, "Penegakan Hukum Administrasi Lingkungan Hidup Terhadap Pelaku Usaha yang Melanggar Baku Mutu Air Limbah," *Jurnal Hukum Lingkungan Indonesia*, vol. 9, no. 2, pp. 112-125, 2023.
- [2] C. Asdak, *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, 2018.
- [3] W. Atima, "BOD dan COD Sebagai Parameter Pencemaran Air dan Baku Mutu Air Limbah," *Jurnal Biologi Science & Education*, vol. 4, no. 1, pp. 83-93, 2015.
- [4] M. L. Davis and D. A. Cornwell, *Introduction to Environmental Engineering*, 5th ed. New York: McGraw-Hill Education, 2017.
- [5] H. Effendi, *Telaah Kualitas Air bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: Kanisius, 2003.
- [6] M. Faisal, A. Gani, F. Mulana, and H. Daimon, "Treatment and utilization of industrial tofu waste in Indonesia," *Asian Journal of Chemistry*, vol. 28, no. 3, pp. 501-507, 2016.
- [7] R. Hernadi, B. Widodo, dan I. W. Noviani, "Analisis Status Mutu Air Sungai Tambak Bayan, D.I. Yogyakarta Menggunakan Metode Storet dan Indeks Pencemar," *Jurnal Serambi Engineering*, vol. 8, no. 3, pp. 6744-6751, 2023.
- [8] R. A. N. Imania dan B. D. Marsono, "Status Mutu Air Sungai Sumber Payung Kabupaten Pamekasan dengan Metode Storet dan Indeks Pencemaran," *Jurnal Teknik ITS*, vol. 13, no. 2, pp. 1-8, 2024.
- [9] Kementerian Lingkungan Hidup, *Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air*. Jakarta, 2003.
- [10] Metcalf & Eddy, Inc., G. Tchobanoglous, H. D. Stensel, and R. Tsuchihashi, *Wastewater Engineering: Treatment and Resource Recovery*, 5th ed. New York: McGraw-Hill Education, 2014.
- [11] M. A. Mujib, dkk., "Evaluasi Daya Tampung Beban pencemaran air Sungai Menggunakan pendekatan metode Neraca Massa," *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, vol. 21, no. 2, pp. 152-161, 2022.
- [12] E. Novita, dkk., "Korelasi Tata Guna Lahan Terhadap Penurunan Kualitas Air Sungai Berdasarkan Analisis Spasial Temporal," *Jurnal Sumber Daya Alam dan Lingkungan*, vol. 12, no. 1, pp. 1-12, 2025.
- [13] Pemerintah Republik Indonesia, *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup*. Jakarta, 2021.
- [14] S. Wahyuningsih, E. Novita, dan H. A. Pradana, "Peningkatan Kualitas Air Sungai Bedadung Segmen Hilir Menggunakan Metode Reaerasi," *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, vol. 8, no. 3, pp. 186-195, 2019.
- [15] I. W. Wardhana, E. Sutrisno, dan M. A. Budihardjo, "Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Akibat Paparan Logam Berat di Sungai Kaligarang," *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, vol. 8, no. 3, pp. 112-120, 2020.