

Evaluasi Status Mutu Air Sungai Deli Kota Medan Menggunakan Metode Indeks Pencemaran

Evaluation of Water Quality Status of the Deli River, Medan City Using the Pollution Index Method

Nuriyana*, Ninin Gusdini, & Laila Febriana

Prodi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Sahid Jakarta, Indonesia

Diterima: 15 Maret 2026; Direview: 17 Maret 2026; Disetujui: 27 Maret 2026

*Corresponding Email: gintingnuriyana@gmail.com

Abstrak

Kualitas air Sungai Deli mengalami penurunan akibat tekanan aktivitas domestik, industri, dan perubahan tata guna lahan. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi status mutu air Sungai Deli Kota Medan menggunakan metode Indeks Pencemaran (IP). Penelitian dilakukan pada tahun 2024 di dua titik lokasi (hulu dan hilir) pada musim penghujan dan kemarau. Data diperoleh melalui pengukuran laboratorium terhadap parameter fisika, kimia, dan mikrobiologi yang mengacu pada baku mutu PP No. 22 Tahun 2021. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar parameter masih memenuhi baku mutu pada musim penghujan, namun pada musim kemarau terjadi peningkatan konsentrasi pencemar, terutama total fosfat (0,92 mg/L) dan cadmium (0,02 mg/L) yang melampaui ambang batas. Nilai IP menunjukkan kondisi baik pada musim hujan (0,370–0,541) dan tercemar ringan pada musim kemarau (1,833–3,117). Nilai IP cenderung meningkat dari hulu ke hilir akibat akumulasi beban pencemar. Disimpulkan bahwa kualitas air Sungai Deli dipengaruhi oleh musim dan aktivitas antropogenik, dengan kondisi lebih terdegradasi pada musim kemarau dan di wilayah hilir.

Kata Kunci: Kualitas Air; Sungai Deli; Indeks Pencemaran; Logam Berat; Fosfat

Abstract

The water quality of the Deli River has declined due to pressures from domestic and industrial activities as well as land use changes. This study aims to evaluate the water quality status of the Deli River in Medan City using the Pollution Index (PI) method. The study was conducted in 2024 at two locations (upstream and downstream) during the rainy and dry seasons. Data were obtained through laboratory analysis of physical, chemical, and microbiological parameters based on the water quality standards of Government Regulation No. 22 of 2021. The results showed that most parameters met the quality standards during the rainy season, while increased pollutant concentrations were observed in the dry season, particularly total phosphate (0.92 mg/L) and cadmium (0.02 mg/L), which exceeded the permissible limits. The Pollution Index indicated good water quality during the rainy season (0.370–0.541) and lightly polluted conditions during the dry season (1.833–3.117). The PI values tended to increase from upstream to downstream due to the accumulation of pollutant loads. It can be concluded that the water quality of the Deli River is influenced by seasonal variation and anthropogenic activities, with more degraded conditions occurring during the dry season and in downstream areas.

Keywords: Water quality; Deli River; Pollution Index; Heavy metals; Phosphate

How to Cite: Nuriyana, Gusdini, N., & Febriana, L. (2026). Evaluasi Status Mutu Air Sungai Deli Kota Medan Menggunakan Metode Indeks Pencemaran. *Journal of Natural Sciences*. 7(1): 108-118



PENDAHULUAN

Kualitas air permukaan di Indonesia menghadapi tekanan yang semakin meningkat akibat aktivitas domestik, industri, dan perubahan tata guna lahan. Sungai sebagai komponen utama sumber air permukaan memiliki peran strategis dalam mendukung kehidupan masyarakat serta berbagai sektor ekonomi, seperti pertanian, perikanan, dan industri. Secara ekologis, sungai berfungsi sebagai bagian dari sistem hidrologi yang berperan dalam pengaturan siklus air, daerah tangkapan air (*catchment area*), serta habitat bagi berbagai organisme akuatik. Kondisi kualitas air sungai sangat dipengaruhi oleh karakteristik lingkungan sekitarnya, termasuk aktivitas manusia dan dinamika musim.

Kualitas air sungai mencerminkan kondisi kesehatan ekosistem perairan dan tingkat tekanan antropogenik yang terjadi. Pencemaran air terjadi akibat masuknya zat, energi, atau organisme ke dalam badan air yang menyebabkan perubahan sifat fisik, kimia, dan biologis sehingga menurunkan fungsi perairan sesuai peruntukannya (Herliwati *et al.*, 2021). Variasi kualitas air juga dipengaruhi oleh faktor musiman, penggunaan lahan, serta pola aktivitas masyarakat di sekitar daerah aliran sungai.

Sungai Deli merupakan salah satu sungai utama di Kota Medan yang melintasi kawasan padat penduduk, wilayah industri, serta bermuara di kawasan pesisir yang aktif secara ekonomi. Kondisi ini menyebabkan Sungai Deli rentan terhadap tekanan pencemaran. Data Dinas Lingkungan Hidup Kota Medan menunjukkan bahwa beberapa parameter kualitas air, seperti BOD, COD, TSS, pH, dan DO, sering melampaui baku mutu yang ditetapkan (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia, 2021).

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa beban pencemaran Sungai Deli dari limbah domestik tergolong tinggi, mencapai 230.247 kg/hari untuk COD dan 12.850,7 kg/hari untuk BOD (Rini, 2016). Kajian lain menyoroti peran faktor sosial, ekonomi, dan kelembagaan sebagai pemicu pencemaran, namun belum mengintegrasikan analisis kualitas air secara kuantitatif (Sianturi *et al.*, 2024). Sementara itu, penelitian Afrianti & Irni (2020) berfokus pada pencemaran logam berat, khususnya timbal (Pb), tanpa mengkaji parameter lain secara komprehensif.

Keterbatasan tersebut menunjukkan adanya kesenjangan penelitian dalam evaluasi kualitas air Sungai Deli secara terpadu dengan menggabungkan parameter fisika, kimia,

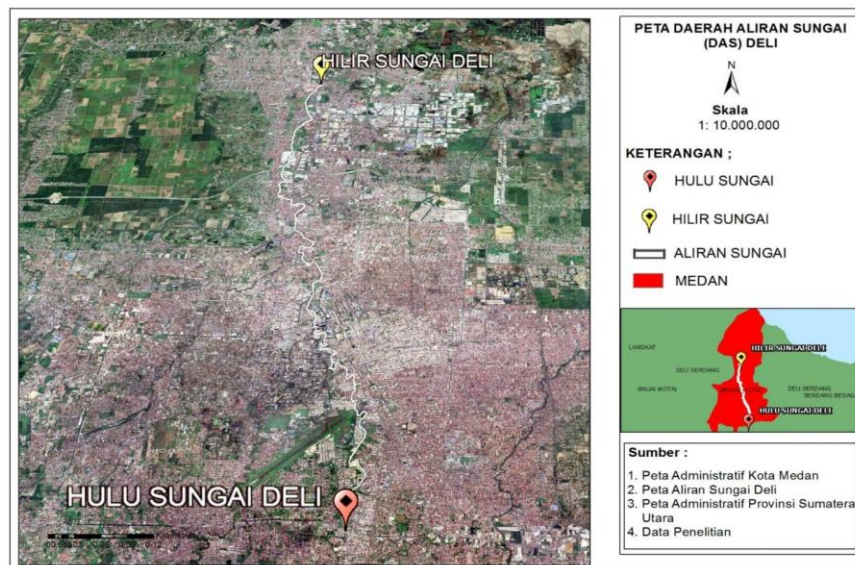


dan mikrobiologi serta mempertimbangkan variasi spasial dan musiman. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan yang mampu menggambarkan kondisi mutu air secara menyeluruh, salah satunya melalui metode Indeks Pencemaran (IP).

Penelitian ini bertujuan mengevaluasi status mutu air Sungai Deli Kota Medan menggunakan metode Indeks Pencemaran berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021. Analisis dilakukan pada dua lokasi, yaitu hulu dan hilir, serta pada dua musim (penghujan dan kemarau) dengan menggunakan parameter fisika, kimia, dan mikrobiologi. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan gambaran yang komprehensif mengenai kondisi kualitas air Sungai Deli serta menjadi dasar dalam pengelolaan sumber daya air yang berkelanjutan.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada bulan Mei – Juli 2024 di PT. Mutuagung Lestari Tbk Cabang Medan. Penelitian ini akan dilakukan di Hulu N : 03° 32' 21.55" E : 98° 41' 0.40" dan Hilir N : 03° 41' 14.93" E : 98° 39' 59.57" DAS Sungai Deli Kota Medan, Provinsi Sumatera Utara.



Gambar 1. Peta Sungai Deli Kota Medan

Metode pengambilan contoh air dilakukan secara grab sample, yaitu sampel diambil secara langsung dari badan air pada titik yang telah ditentukan dan dianggap mewakili kondisi perairan pada saat pengambilan contoh. Pengambilan sampel dilakukan pada dua waktu ekstrem tahun 2024 bulan Juni (puncak hujan) dan Juli (puncak kemarau), untuk menggambarkan perbedaan kapasitas pengenceran dan beban

pencemar yang dipengaruhi musim. Bagian sungai yang representatif dengan mempertimbangkan arah arus, kedalaman, serta aktivitas di sekitar lokasi sampling. Prosedur pengambilan contoh mengacu pada ketentuan dalam SNI 8995:2021 tentang Metode Pengambilan Contoh Air Permukaan.

Sampel diambil menggunakan botol sampel bertangkai (*water sampler*) berbahan polietilen (PE) atau gelas yang telah dibersihkan dan dibilas sesuai prosedur untuk mencegah kontaminasi. Untuk parameter logam terlarut, sampel terlebih dahulu disaring menggunakan membran berpori 0,45 μm , kemudian diawetkan dengan penambahan asam nitrat (HNO_3) pekat hingga $\text{pH} < 2$. Parameter nutrisi dan *Chemical Oxygen Demand* (COD) diawetkan dengan menambahkan asam sulfat (H_2SO_4) hingga $\text{pH} < 2$. Sampel mikrobiologi tidak diberi bahan pengawet dan harus dianalisis paling lambat 24 jam setelah pengambilan. Seluruh sampel, kecuali parameter yang diukur secara *in situ*, disimpan dalam cool box pada suhu $\pm 4^\circ\text{C}$ selama proses transportasi ke laboratorium. Waktu penyimpanan dan pelaksanaan analisis mengikuti batas waktu maksimum yang dipersyaratkan dalam standar metode uji masing-masing parameter.

Data primer pada penelitian ini meliputi *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Biological Oxygen Demand* (BOD), *Dissolved Oxygen* (DO), pH, dan *Total Suspended Solids* (TSS), *Fecal Coliform*, Total Coliform, Total Fosfat, Timbal (Pb), dan Cadmium (Cd). Sedangkan, Data sekunder diperoleh dari hasil Laboratorium kualitas air Sungai Deli yang dilakukan pengujian di PT Mutuagung Lestari Tbk. SBU Medan. Data ini mencakup hasil uji laboratorium terhadap parameter kualitas air untuk dua titik lokasi (hulu dan hilir) pada dua periode waktu (musim hujan dan musim kemarau) di tahun 2024. Data ini menjadi dasar utama dalam perhitungan IP dan analisis kondisi pencemaran Sungai Deli. Selanjutnya setelah didapatkan perhitungan IP dan analisis kondisi pencemaran Sungai Deli dilakukan identifikasi pemetaan sumber pencemar potensial sekitar Sungai Deli dilakukan dengan memanfaatkan analisis spasial menggunakan perangkat lunak ArcGIS.

Analisa Data

Data yang telah dikumpulkan dianalisis menggunakan metode Indeks Pencemar (IP). Metode ini digunakan untuk menentukan tingkat pencemaran relatif terhadap parameter kualitas air yang diizinkan sesuai dengan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 115 Tahun 2003. Setelah menentukan kualitas air di tiap titik

pantau, baik pada musim hujan maupun kemarau. Setiap nilai parameter dibandingkan dengan baku mutu yang berlaku. Hasil ini kemudian dianalisis secara komparatif antara dua musim untuk melihat perbedaan tingkat pencemaran. Indeks Pencemaran (IP) dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$IP = \sqrt{\frac{(\frac{Ci}{Lij})^2 M + (\frac{Ci}{Lij})^2 R}{2}}$$

Jika Lij menyatakan konsentrasi parameter kualitas air yang dicantumkan dalam Baku Peruntukan Air (j), M menyatakan maksimum, R menyatakan rata-rata dan Ci menyatakan konsentrasi parameter kualitas air (i) yang diperoleh dari hasil analisis cuplikan air pada suatu lokasi pengambilan cuplikan dari suatu alur sungai, maka IP adalah Indeks Pencemaran bagi peruntukan (j) yang merupakan fungsi dari Ci/Lij . Terdapat kekhususan pada parameter DO karena di dalam peraturan disebutkan bahwa nilai baku mutunya merupakan batas minimal, sehingga menggunakan rumus:

$$\frac{Ci}{Lij} \text{ baru} = \frac{Cim - Ci \text{ hasil}}{Cim - Lij}$$

Nilai Cim merupakan nilai maksimum dari parameter/jenuh. Jika nilai Ci/Lij baru > 1 maka harus dilanjutkan ke rumus berikut:

$$\frac{Ci}{Lij} \text{ baru} = 1 + 5 \text{ Log } \frac{C}{L} \text{ pengukuran}$$

Sedangkan untuk suhu dan pH yang mempunyai rentang pada baku mutunya maka menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\frac{Ci}{Lij} = \frac{Ci - Li \text{ rerata}}{Li \text{ Min} - Li \text{ rerata}} \text{ Untuk } Ci < Li \text{ rata-rata baku mutu :}$$

Untuk $Ci > Li$ rata-rata baku mutu :

$$\frac{Ci}{Lij} = \frac{Ci - Li \text{ rerata}}{Li \text{ Max} - Li \text{ rerata}}$$

Kriteria Penentuan Status Mutu Air

Penentuan status mutu air akan diketahui apabila air telah diuji dengan berbagai macam parameter. Berikut berbagai macam parameter yang akan diuji dan standar analisis yang digunakan untuk pengujian parameter tersebut.

Tabel 1. Parameter, Metode Analisis dan Alat Yang Digunakan Untuk Menentukan Status Mutu Air

Parameter	Metode Analisis	Alat yang Digunakan
-----------	-----------------	---------------------



Temperatur Udara (In situ)	SNI 06-6989.23-2005	Termometer kaca / digital
Temperatur Air (In situ)	SNI 06-6989.23-2005	Termometer tahan air / multiparameter
Derajat Keasaman (pH)	SNI 6989.11:2019	pH meter dan elektroda
Total Suspended Solids (TSS)	SNI 6989.3:2019	Unit filtrasi, oven, desikator, dan timbangan analitik.
Biological Oxygen Demand (BOD ₅)	SNI 6989.72:2009	Botol BOD 300 mL, inkubator 20°C, dan DO meter/titrasi.
Chemical Oxygen Demand (COD)	SNI 6989.2:2019	Reaktor COD dan spektrofotometer
Dissolved Oxygen (DO)	SNI 06-6989.14-2004	Botol DO dan buret / DO meter
Total Fosfat	SNI 6989.31:2021	Spektrofotometer dan alat digesti
Cadmium (Cd) Terlarut	SM APHA 24th Ed., 3113 B (2023)	AAS Graphite Furnace
Timbal (Pb) Terlarut	SM APHA 24th Ed., 3113 B (2023)	AAS Graphite Furnace
Fecal Coliform	SM APHA 24th Ed., 9221 E & C (2023)	Tabung fermentasi dan inkubator 44,5°C
Total Coliform	SM APHA 24th Ed., 9221 B & C (2023)	Tabung fermentasi dan inkubator 35°C

Status mutu air Sungai Deli ditentukan berdasarkan nilai indeks pencemaran dikategorikan dalam 4 kelas, sebagaimana tercantum dalam Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 115 Tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air.

Tabel 2. Range Nilai Indeks Pencemaran (IP)

Range Nilai	Kategori
$0 \leq PI_j \leq 1,0$	memenuhi baku mutu (kondisi baik)
$1,0 < PI_j \leq 5,0$	cemar ringan
$5,0 < PI_j \leq 10$	cemar sedang
$PI_j > 10$	cemar berat

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengukuran parameter fisik, kimia, dan mikrobiologis yang mengacu pada baku mutu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 (Kelas II), diperoleh hasil sebagai berikut.

Tabel 3. Hasil Analisa Kualitas Air

Parameter	Satuan	Hasil Penghujan (Juni)		Hasil Kemarau (Juli)		*Baku Mutu Kelas 2
		Hulu	Hilir	Hulu	Hilir	
Temperatur Udara (Insitu)	°C	32	32	29	28	± 3
Temperatur Air (Insitu)	°C	29	29	27	26,2	



Derajat keasaman (pH)	-	7,25	7,05	7,59	7,50	6 - 9
Total Suspended Solids (TSS)	mg/L	12,0	14,0	1,0	1,0	50
Biological Oxygen Demand (BOD)	mg/L	2,40	2,67	2,70	2,80	3
Chemical Oxygen Demand (COD)	mg/L	22,50	23,80	22,80	23,40	25
Dissolved Oxygen (DO)	mg/L	6,18	5,07	6,24	5,65	Min. 4
Total Fosfat	mg/L	0,14	0,16	0,34	0,92	0.2
Cadmium (Cd) Terlarut	mg/L	<0,0018	<0,0018	0,02	0,02	0.01
Timbal (Pb) Terlarut	mg/L	<0,0016	<0,0016	<0,0016	<0,0016	0.03
Fecal Coliform	MPN/ 100 mL	680	780	330	370	1000
Total Coliform	MPN/ 100 mL	3400	4000	2100	2200	5000

Hasil analisa kualitas air tahun 2024 pada dua titik pengamatan, yaitu hulu dan hilir sungai, yang dilakukan pada musim penghujan (Juni) dan musim kemarau (Juli) menunjukkan bahwa sebagian besar parameter masih berada di bawah baku mutu kelas 2 sesuai standar, dengan beberapa temuan penting. Suhu udara dan air relatif stabil di kedua musim dengan perbedaan kecil antara hulu dan hilir, sedangkan pH berada dalam kisaran netral (6–9). Parameter TSS, BOD, COD, dan DO umumnya masih dalam batas aman, dengan DO di semua titik melebihi nilai minimum 4 mg/L, yang menunjukkan bahwa proses dekomposisi bahan organik masih dapat diimbangi oleh ketersediaan oksigen terlarut. Kondisi ini mengindikasikan bahwa beban pencemar organik belum berada pada tingkat yang menyebabkan stres oksigen bagi biota akuatik (Rohani *et al.*, 2016).

Meskipun demikian, peningkatan konsentrasi beberapa parameter pada musim kemarau menunjukkan adanya tekanan lingkungan yang lebih tinggi. Kandungan total fosfat pada musim kemarau di hilir mencapai 0,92 mg/L dan melebihi baku mutu (0,2 mg/L), yang mengindikasikan potensi eutrofikasi akibat akumulasi nutrisi. Kondisi ini umumnya terjadi karena limpasan limbah domestik, penggunaan deterjen, serta aktivitas pertanian yang meningkatkan kandungan fosfor dalam badan air. Pada kondisi debit rendah, kemampuan sungai dalam melakukan pengenceran menurun sehingga konsentrasi nutrisi meningkat secara signifikan (Weigelhofer *et al.*, 2018). Eutrofikasi yang terjadi berpotensi memicu pertumbuhan alga secara berlebihan yang pada akhirnya dapat menurunkan kualitas air dan mengganggu keseimbangan ekosistem perairan.

Kandungan cadmium (Cd) pada musim kemarau di hulu dan hilir (0,02 mg/L) juga melampaui baku mutu (0,01 mg/L), yang menunjukkan adanya kontribusi pencemar dari



aktivitas antropogenik, terutama industri dan limbah domestik. Logam berat seperti Cd bersifat toksik, persisten, dan dapat terakumulasi dalam sedimen serta jaringan organisme akuatik. Keberadaan Cd dalam perairan dapat menyebabkan gangguan fisiologis pada biota serta berpotensi menimbulkan risiko kesehatan bagi manusia melalui rantai makanan (Mukherjee *et al.*, 2021; Sharma *et al.*, 2023).

Secara spasial, peningkatan konsentrasi pencemar di hilir dibandingkan hulu menunjukkan adanya akumulasi beban pencemar sepanjang aliran sungai. Wilayah hilir umumnya menerima input pencemar yang lebih kompleks dari aktivitas domestik, industri, dan perdagangan, sehingga kualitas air cenderung lebih terdegradasi. Pola ini konsisten dengan karakteristik sungai perkotaan di wilayah berkembang, di mana tekanan antropogenik meningkat seiring dengan intensitas penggunaan lahan (Wan & Wang, 2021).

Sementara itu, kadar timbal (Pb) masih berada di bawah baku mutu, yang menunjukkan bahwa kontribusi pencemar logam berat jenis ini relatif rendah pada periode pengamatan. Hasil uji mikrobiologis menunjukkan bahwa fecal coliform dan total coliform masih berada di bawah ambang batas, namun tetap mengindikasikan adanya kontaminasi dari aktivitas domestik di sekitar sungai. Keberadaan mikroorganisme indikator ini mencerminkan adanya input limbah rumah tangga, terutama dari sistem sanitasi yang belum optimal (World Health Organization, 2022).

Perhitungan Indeks Pencemar dilakukan berdasarkan Kepmen LH No. 115 Tahun 2003. Parameter yang digunakan antara lain *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Biological Oxygen Demand* (BOD), *Dissolved Oxygen* (DO), pH, dan *Total Suspended Solids* (TSS), *Fecal Coliform*, *Total Coliform*, *Total Fosfat*, *Timbal* (Pb), dan *Cadmium* (Cd). Hasil analisa ditemukan perbedaan yang signifikan pada setiap musim. Berikut hasil nilai indeks pencemaran dan status mutu yang terjadi pada air sungai deli Kota Medan.

Tabel 3. Nilai Indeks Pencemaran dan Status Mutu Air Sungai Deli

LOKASI	Nilai IP	Status Mutu Air
Hulu (Juni)	0,370	Memenuhi baku mutu/ Baik
Hilir (Juni)	0,541	Memenuhi baku mutu/ Baik
Hulu (Juli)	1,833	Tercemar Ringan
Hilir (Juli)	3,117	Tercemar Ringan

Berdasarkan hasil pada Tabel 3, nilai indeks pencemaran (IP) menunjukkan kecenderungan meningkat dari hulu ke hilir. Pola ini mengindikasikan adanya akumulasi beban pencemar sepanjang aliran sungai. Selain itu, perbandingan antara bulan Juni

(musim penghujan) dan Juli (musim kemarau) menunjukkan bahwa status mutu air sangat dipengaruhi oleh faktor musiman. Pada musim kemarau, penurunan debit sungai menyebabkan kemampuan pengenceran berkurang, sehingga konsentrasi polutan meningkat meskipun beban pencemar relatif tetap. Kondisi ini merupakan karakter umum sungai di wilayah tropis, di mana fluktuasi debit berpengaruh langsung terhadap konsentrasi pencemar (Hutchins *et al.*, 2021).

Secara spasial, Sungai Deli melintasi berbagai zona tata ruang Kota Medan dengan karakteristik penggunaan lahan yang berbeda. Wilayah hulu, seperti Medan Johor dan Medan Tuntungan, masih didominasi oleh kawasan vegetasi dan daerah resapan, meskipun mulai mengalami tekanan akibat ekspansi permukiman. Sumber pencemar utama pada segmen ini berasal dari limbah domestik rumah tangga. Sebaliknya, wilayah hilir meliputi Medan Deli, Marelan, dan Belawan ditandai oleh dominasi pemukiman padat, kawasan industri, aktivitas perdagangan, serta pelabuhan. Kondisi tersebut menyebabkan kompleksitas sumber pencemar yang lebih tinggi di hilir. Hal ini sejalan dengan temuan Syafira & Franchitika (2021) yang menunjukkan bahwa intensitas pencemaran di hilir Sungai Deli berkorelasi dengan tingginya tekanan aktivitas manusia dan rendahnya pengelolaan limbah.

Peningkatan nilai IP pada musim kemarau juga berkaitan dengan meningkatnya konsentrasi parameter total fosfat dan cadmium (Cd) yang melampaui baku mutu. Kandungan fosfat yang tinggi umumnya berasal dari limbah domestik, terutama deterjen dan sisa bahan organik, serta limpasan dari aktivitas pertanian. Akumulasi nutrisi ini berpotensi memicu eutrofikasi yang dapat menurunkan kualitas air dan mengganggu keseimbangan ekosistem perairan (Weigelhofer *et al.*, 2018). Sementara itu, keberadaan Cd menunjukkan adanya kontribusi pencemar dari aktivitas industri dan limbah perkotaan. Logam berat ini bersifat toksik, persisten, dan dapat terakumulasi dalam sedimen maupun organisme akuatik, sehingga berisiko terhadap kesehatan lingkungan dan manusia (Sharma *et al.*, 2023).

Secara keseluruhan, nilai IP yang lebih tinggi di wilayah hilir mencerminkan akumulasi tekanan antropogenik yang lebih intensif dibandingkan wilayah hulu. Hasil ini konsisten dengan penelitian Siregar & Surtikanti (2024) yang melaporkan tingkat pencemaran ringan hingga sedang di hilir Sungai Deli dengan dominasi parameter fosfat dan logam berat. Kondisi hulu yang relatif masih memiliki fungsi ekologis sebagai daerah



resapan air berkontribusi dalam menekan beban pencemar, sedangkan wilayah hilir yang didominasi aktivitas perkotaan menjadi zona akumulasi pencemaran.

Temuan ini memperkuat studi sebelumnya yang menunjukkan bahwa limbah domestik merupakan sumber utama peningkatan nutrien di sungai perkotaan Indonesia (Widyarani *et al.*, 2022). Selain itu, urbanisasi yang tidak terkendali turut meningkatkan risiko pencemaran logam berat dari aktivitas industri dan transportasi (Wan & Wang, 2021). Oleh karena itu, pengelolaan Sungai Deli memerlukan pendekatan terpadu yang mencakup pengendalian limbah domestik dan industri, penataan tata ruang berbasis daya dukung lingkungan, serta pemantauan kualitas air secara berkala. Pendekatan yang mengintegrasikan aspek spasial dan temporal menjadi kunci dalam menjaga keberlanjutan fungsi ekologis sungai di tengah tekanan urbanisasi yang terus meningkat.

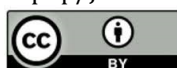
SIMPULAN

Kualitas air Sungai Deli Kota Medan tahun 2024 menunjukkan kondisi baik pada musim penghujan dan menurun menjadi tercemar ringan pada musim kemarau. Peningkatan pencemaran terutama dipengaruhi oleh konsentrasi total fosfat dan cadmium yang melampaui baku mutu. Secara spasial, tingkat pencemaran meningkat dari hulu ke hilir akibat akumulasi beban pencemar.

Pengelolaan Sungai Deli perlu dilakukan melalui pengendalian limbah domestik, pengawasan ketat terhadap aktivitas industri, serta implementasi program restorasi sungai berbasis ekosistem. Selain itu, diperlukan peningkatan kesadaran masyarakat dan penataan tata ruang untuk mengurangi tekanan terhadap kualitas air sungai.

DAFTAR PUSTAKA

- Afrianti, S., & Irni, J. (2020). Analisa tingkat pencemaran logam berat timbal (Pb) di daerah aliran sungai deli Sumatera Utara. *Biolink (Jurnal Biologi Lingkungan Industri Kesehatan)*, 6(2), 153-161.
- Herliwati, H., Rahman, M., & Rahman, A. (2021). Analisis Indeks Pencemaran dan Daya Tampung Beban Pencemaran Sungai Jaing Kabupaten Tabalong Provinsi Kalimantan Selatan. *Fish Scientiae*, 11(1), 70-82.
- Hutchins, M. G., Qu, Y., & Charlton, M. B. (2021). Successful modelling of river dissolved oxygen dynamics requires knowledge of stream channel environments. *Journal of Hydrology*, 603, 126991.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia. (2021). *Baku Mutu Air Limbah Domestik*. Jakarta: KLHK.
- Mukherjee, I., Singh, U. K., & Singh, R. P. (2021). An overview on heavy metal contamination of water system and sustainable approach for remediation. *Water pollution and management practices*, 255-277.
- Rini, N. K. (2016). *Kajian Pencemaran Air Sungai Deli oleh Limbah Domestik dan Industri serta Strategi Pengendalian Pencemaran Air di Kota Medan*. Tesis. Universitas Gadjah Mada.



- Rohani, S., Gappar, A., & Kurniah, K. (2016). Telaah kualitas air tambak di Kabupaten Gresik Provinsi Jawa Timur. *Buletin Teknik Litkayasa Akuakultur*, 11(1), 61-65.
- Sharma, A., Grewal, A. S., Sharma, D., & Srivastav, A. L. (2023). Heavy metal contamination in water: consequences on human health and environment. In *Metals in water* (pp. 39-52). Elsevier.
- Sianturi, A. R., Simanjuntak, P. A., Rapih, A. Z., & Harefa, M. S. (2024). Faktor Pemicu Pencemaran Kualitas Air Sungai Deli Kota Medan. *Mandub: Jurnal Politik, Sosial, Hukum dan Humaniora*, 2(1), 19-27.
- Siregar, S. D., & Surtikanti, H. K. (2024, October). Analisis Kesadaran Lingkungan Masyarakat Bantaran Sungai Deli Terhadap Pencemaran Sungai. In *Pena Masum Sujai Inspire Conference* (Vol. 1, pp. 227-234).
- Syafira, D. A., & Franchitika, R. (2021). Studi Permasalahan Drainase Dan Solusi Air Genangan (Banjir) Di Daerah Dr. Mansyur Medan. *Jurnal Teknik Sipil UBL*, 12(1).
- Wan, L., & Wang, H. (2021). Control of urban river water pollution is studied based on SMS. *Environmental Technology & Innovation*, 22, 101468.
- Weigelhofer, G., Hein, T., & Bondar-Kunze, E. (2018). Phosphorus and nitrogen dynamics in riverine systems: Human impacts and management options. In *Riverine ecosystem management: Science for governing towards a sustainable future* (pp. 187-202). Cham: Springer International Publishing.
- Widyarani, Wulan, D. R., Hamidah, U., Komaruzaman, A., Rosmalina, R. T., & Sintawardani, N. (2022). Domestic wastewater in Indonesia: generation, characteristics and treatment. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(22), 32397-32414.
- World Health Organization. (2022). *Guidelines for drinking-water quality: incorporating the first and second addenda*. World Health Organization.

