

Analisis kualitas air Sungai Krueng Aceh berdasarkan indeks pencemaran untuk pengelolaan lingkungan berkelanjutan

Water quality analysis of Krueng Aceh River based on pollution index for sustainable environmental management

Rizky Kurniawan^{1*}, Maysitah¹, Irhamni¹, Mutia Ardila², Hadi Kurniawan¹

¹Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh, Banda Aceh, Indonesia

²Program Studi Pendidikan Kimia, Universitas Negeri Medan, Medan, Indonesia

Abstrak.

Sungai Krueng Aceh merupakan sumberdaya air penting yang rentan terhadap tekanan antropogenik dari aktivitas perkotaan dan limbah domestik. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi kualitas air berdasarkan parameter fisika-kimia serta menentukan status mutu menggunakan Indeks Pencemaran (IP). Metode yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif dengan grab sampling pada tiga stasiun (hulu, tengah, hilir). Analisis laboratorium mengacu pada SNI dan penilaian mutu air menggunakan baku mutu kelas II. Hasil menunjukkan pH netral (7,0–7,1), TSS (0,0127–0,0407 mg/L) dan TDS (2,06–2,29 mg/L) rendah, serta sulfat meningkat dari hulu ke hilir (5,73–107,40 mg/L) namun masih di bawah ambang batas. Logam berat (Fe, Zn, Cu, Pb, Ni) berada di bawah batas deteksi. Sebaliknya, amonia melebihi baku mutu di semua stasiun dengan nilai tertinggi di S2 (0,3582 mg/L), menjadi faktor dominan penentu mutu air. Nilai IP menunjukkan kondisi baik di S1 (0,9856) dan cemar ringan di S2 (1,6175) serta S3 (1,1789). Hasil ini mengindikasikan potensi degradasi kualitas air sehingga diperlukan pengelolaan berkelanjutan melalui pengendalian beban pencemar dan pemantauan berkala.

Kata kunci: antropogenik, Sungai Krueng Aceh, kualitas air, indeks pencemaran

Abstract.

The Krueng Aceh River is an important water resource vulnerable to anthropogenic pressures from urban activities and domestic waste. This study aimed to evaluate water quality based on physicochemical parameters and determine its status using the Pollution Index (PI). A quantitative descriptive approach with grab sampling was applied at three stations (upstream, midstream, downstream). Laboratory analyses followed Indonesian National Standards (SNI), and water quality assessment referred to Class II standards. Results showed neutral pH (7.0–7.1), low TSS (0.0127–0.0407 mg/L) and TDS (2.06–2.29 mg/L), and increasing sulfate from upstream to downstream (5.73–107.40 mg/L), all below threshold limits. Heavy metals (Fe, Zn, Cu, Pb, Ni) were below detection limits. In contrast, ammonia exceeded the standard at all stations, with the highest concentration at S2 (0.3582 mg/L), making it the dominant factor influencing water quality. The PI indicated good quality at S1 (0.9856) and lightly polluted conditions at S2 (1.6175) and S3 (1.1789). These findings suggest potential water quality degradation, highlighting the need for sustainable management through pollutant load control and regular monitoring.

Keywords: anthropogenic, Krueng Aceh River, water quality, water pollution index

1. PENDAHULUAN

Sungai Krueng Aceh berperan penting sebagai sumber air baku, irigasi, dan penopang kebutuhan masyarakat di Kabupaten Aceh Besar hingga Kota Banda Aceh. Potensi ini menjadikan kualitas air sebagai faktor kunci dalam menjaga keseimbangan ekosistem dan mendukung pembangunan berkelanjutan (Pambudi dan Pramujito 2025). Lebih lanjut, beberapa penelitian menegaskan bahwa kondisi kualitas air sungai sangat berpengaruh terhadap keberlangsungan fungsi ekologis perairan dan kesehatan masyarakat (Hu *et al.* 2022; Pramaningsih *et al.* 2023; Lin *et al.* 2025)

* Korespondensi Penulis
Email : rizky.kurniawan@ar-raniry.ac.id

Oleh karena itu, pemantauan kualitas air Sungai Krueng Aceh menjadi bagian penting dari upaya pengelolaan lingkungan berkelanjutan. Meskipun memiliki peran strategis, sungai juga rentan terhadap tekanan lingkungan akibat meningkatnya aktivitas antropogenik, seperti urbanisasi, aktivitas domestik, pertanian, serta pembuangan limbah industri (Adi *et al.* 2024; Madjar dan Vasile Scăețeanu 2025). Hal ini menimbulkan potensi penurunan kualitas air yang berdampak pada kesehatan masyarakat dan keberlanjutan ekosistem. Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa parameter pencemar seperti amonia, nitrat, fosfat, sulfat, COD, BOD, dan logam berat (Cu, Pb, Zn, Ni) dapat terakumulasi dalam perairan sungai dan melebihi ambang baku mutu, sehingga menimbulkan risiko ekologis maupun kesehatan (Mukti *et al.* 2021; Nursaini dan Harahap. 2022; Blanco-Ramírez *et al.* 2025). Kondisi ini menegaskan perlunya pengendalian dan evaluasi kualitas air sungai secara berkelanjutan guna mencegah degradasi lebih lanjut dan menjaga keberlanjutan fungsi ekosistem.

Kajian kualitas air sungai memberikan peluang besar dalam mendukung pengelolaan lingkungan yang lebih adaptif. Penerapan metode Indeks Pencemaran (*Pollution Index*) memberikan penilaian status mutu perairan secara komprehensif, sekaligus menjadi dasar bagi penyusunan kebijakan pengelolaan sungai yang berorientasi pada keberlanjutan (Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003; Sutrisno *et al.* 2025). Lebih lanjut, temuan ini dapat dimanfaatkan sebagai rujukan dalam restorasi ekosistem, perencanaan tata ruang, serta strategi mitigasi pencemaran pada kawasan perkotaan maupun pesisir. Evaluasi kualitas air sungai juga selaras dengan target *Sustainable Development Goals (SDGs 6: Clean Water and Sanitation; SDGs 14: Life Below Water)*, yang menekankan pentingnya pengelolaan sumberdaya air secara berkelanjutan (Permata *et al.* 2024).

Meski demikian, tantangan di masa depan tidak dapat diabaikan. Dinamika perubahan tata guna lahan, pertumbuhan populasi dan intensitas aktivitas ekonomi diperkirakan akan semakin menekan daya dukung sungai (Fatiawan *et al.* 2024; Nugraha *et al.* 2025). Keterbatasan infrastruktur pemantauan kualitas air secara berkelanjutan serta lemahnya implementasi regulasi juga menjadi faktor yang mempersulit pengendalian (Waskitho 2024). Tren pencemaran pada sungai-sungai perkotaan menunjukkan peningkatan beban polutan organik maupun anorganik yang berpotensi mengancam keberlanjutan ekosistem (Nur Annisa *et al.* 2022; Sutrisno *et*

al. 2025). Oleh karena itu, diperlukan langkah strategis berupa evaluasi kualitas air sungai yang terukur melalui parameter fisika-kimia sebagai indikator ilmiah untuk menentukan status pencemaran, sehingga fungsi ekologis dan sosial-ekonomi Sungai Krueng Aceh dapat tetap terjaga.

Berdasarkan pertimbangan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kualitas air Sungai Krueng Aceh pada segmen hulu, tengah, dan hilir menggunakan pendekatan Indeks Pencemaran guna menentukan status mutu air berdasarkan parameter fisik-kimia. Analisis kualitas air Sungai Krueng Aceh dengan pendekatan Indeks Pencemaran dipandang krusial untuk memperoleh gambaran kondisi aktual perairan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah mengenai status mutu air yang dapat menjadi dasar pertimbangan dalam perumusan strategi pengelolaan lingkungan sungai yang lebih efektif dan berkelanjutan. Dengan demikian, studi ini memiliki urgensi tinggi dalam menjaga keberlanjutan fungsi ekosistem sekaligus mendukung pemanfaatan sumber daya air secara bijaksana.

2. METODOLOGI

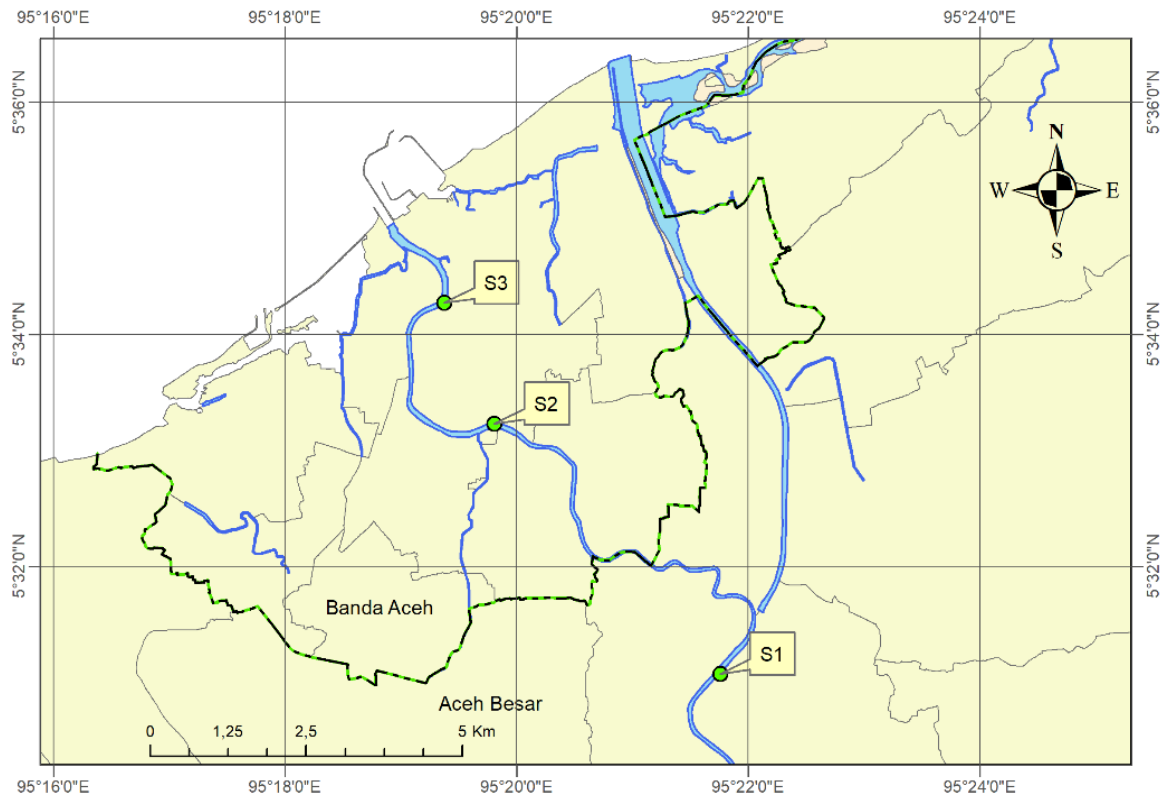
2.1. Lokasi kajian dan waktu penelitian

Penelitian ini dilakukan di aliran Sungai Krueng Aceh yang melintasi wilayah Kabupaten Aceh Besar dan Kota Banda Aceh, Provinsi Aceh, Indonesia. Hidrologi sungai ini dipengaruhi oleh variasi penggunaan lahan, mulai dari kawasan hulu yang relatif alami hingga daerah perkotaan dengan aktivitas antropogenik yang intensif. Pengambilan sampel dilakukan pada tiga stasiun yang mewakili segmen hulu, tengah, dan hilir seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 1** dengan lokasi pengambilan sampel air Sungai Krueng dilakukan di tiga lokasi berbeda yang dijelaskan pada **Tabel 1**. Pemilihan lokasi ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh aktivitas antropogenik terhadap kualitas air sungai.

Sampling dilaksanakan pada periode Juli 2025 dengan kondisi cuaca cerah serta debit sungai stabil. Periode pengambilan sampel bertepatan dengan kategori Hari Tanpa Hujan (HTH) pendek (6-10 hari) dan curah hujan wilayah Daerah Aliran Sungai (DAS) Krueng Aceh berada pada kategori rendah (0-50 mm/dasarian) (BMKG Stasiun Klimatologi Aceh 2025).

Tabel 1. Lokasi pengambilan sampel air sungai Krueng Aceh.

Stasiun	Lokasi	Koordinat	Segmen
1	Jurong Peujeura, Kecamatan Ingin Jaya, Kabupaten Aceh Besar	N: 5,51798 E: 95,36267	Hulu sungai (relatif alami, berdekatan dengan kawasan pegunungan)
2	Beurawe, Kecamatan Kuta Alam, Kota Banda Aceh	N: 5,553907 E: 95,33017	Daerah tengah kota (kawasan padat aktivitas penduduk)
3	Lampulo, Kecamatan Kuta Alam, Kota Banda Aceh	N: 5,571248 E: 95,32296	Hilir sungai (daerah pemukiman dan muara sungai)

**Gambar 1.** Lokasi pengambilan sampel pada aliran Sungai Krueng Aceh.

2.2. Prosedur analisis data

Sampel air diambil dari tiga stasiun penelitian yang merepresentasikan variasi lokasi di sepanjang aliran Sungai Krueng Aceh, mulai dari bagian hulu hingga mendekati hilir (**Gambar 1**). Seluruh sampel diberi kode identifikasi sesuai lokasi pengambilan, kemudian disimpan dalam kotak penyimpanan untuk menjaga kestabilan parameter kualitas air selama transportasi menuju laboratorium. Pengambilan sampel air dilakukan secara langsung (*grab sampling*) menggunakan botol polipropilena berkapasitas 1 L yang telah dipersiapkan sesuai dengan SNI 8995:2021 tentang Metode Pengambilan Contoh Uji Air untuk Pengujian Fisika dan

Kimia. Sebelum digunakan, botol sampel dibilas terlebih dahulu dengan air sungai di lokasi pengambilan. Pada setiap stasiun, sampel diambil dalam radius ± 3 m dari titik koordinat utama guna memperoleh contoh uji yang representatif.

Analisis laboratorium dilakukan terhadap parameter kualitas air permukaan sesuai standar nasional yang berlaku, yaitu: pH (SNI 6989.11-2019), *Total Suspended Solids* (TSS) (SNI 6989.3-2019), *Total Dissolved Solids* (TDS) (SNI 6989.27-2019), Amonia ($\text{NH}_3\text{-N}$) (SNI 06-6989.30-2005), Sulfat (SO_4^{2-}) (SNI 6989.20-2019) dan Logam berat (SNI 6989.84-2019). Data hasil pengujian selanjutnya dianalisis untuk menentukan status mutu air Sungai Krueng Aceh dengan mengacu pada baku mutu air kelas II sebagaimana ditetapkan dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Penilaian status mutu dilakukan menggunakan metode Indeks Pencemaran (IP) berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air berdasarkan metode indeks pencemaran yang disajikan pada **Tabel 2**. Rumus perhitungan Indeks Pencemaran yang digunakan berdasarkan Nemerow (1985) (**Persamaan 1**).

$$IP_j = \sqrt{\frac{(Ci/Lij)_M^2 + (Ci/Lij)_R^2}{2}} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

Ci : Variabel hasil uji laboratorium

Lij : Batas baku mutu (Kelas II)

Ci/Lij : Perbandingan hasil uji laboratorium dengan batas baku mutu

(Ci/Lij)_R : Nilai Ci/Lij rata-rata

(Ci/Lij)_M : Nilai Ci/Lij maksimum

Tabel 2. Status mutu air sungai berdasarkan metode indeks pencemaran.

No.	Rentang nilai IP	Kategori
1	$0 \leq PI_j \leq 1,0$	Baik
2	$1,0 < PI_j \leq 5,0$	Cemar ringan
3	$5,0 < PI_j \leq 10$	Cemar sedang
4	$PI_j > 10$	Cemar Berat

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Karakteristik parameter kualitas air Sungai Krueng Aceh

Parameter kualitas air Sungai Krueng Aceh secara umum menunjukkan kondisi yang masih memenuhi baku mutu kelas II, dengan variasi antar stasiun yang mencerminkan perbedaan tekanan lingkungan. Hasil pengukuran pH, TSS, TDS, amonia, sulfat, dan logam berat memberikan gambaran menyeluruh mengenai status kualitas air, sekaligus dasar evaluasi melalui Indeks Pencemaran (**Tabel 3**).

Hasil uji one-way ANOVA menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antar lokasi pada parameter pH, TDS, amonia dan sulfat ($p < 0,05$), sedangkan TSS tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan ($p > 0,05$). Parameter logam berat (Fe, Zn, Cu, Pb dan Ni) tidak dianalisis secara statistik karena seluruh konsentrasi berada dibawah batas deteksi metode ($<MDL$). Temuan ini menunjukkan bahwa kualitas air sungai lebih dipengaruhi oleh dinamika zat terlarut (pH, TDS, amonia, dan sulfat) dibandingkan partikel tersuspensi. Pola serupa juga dilaporkan oleh (Nur *et al.* 2023) pada Sungai Krueng Brayeun dan (Salami *et al.* 2025) di Sungai Citarum, yang menunjukkan bahwa variasi kualitas air sungai lebih ditentukan oleh parameter zat terlarut.

Tabel 3. Tabulasi parameter fisika-kimia air sungai Krueng Aceh.

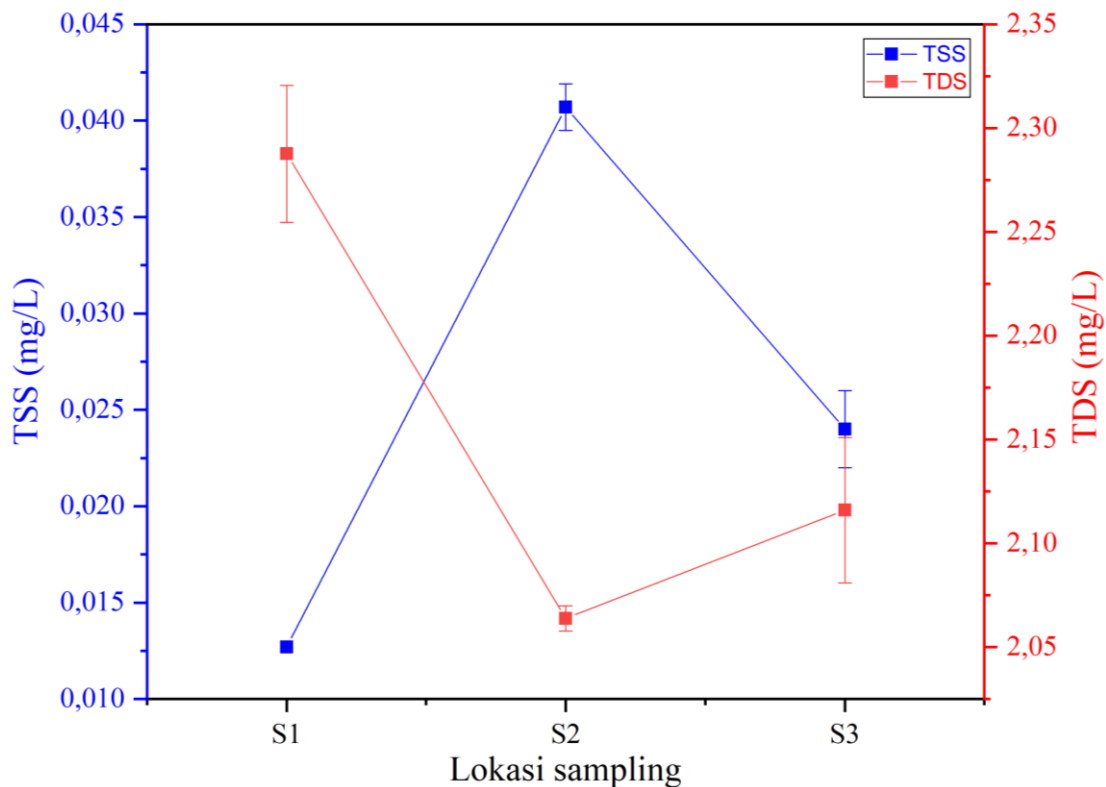
No	Parameter	Unit	Lokasi pengambilan sampel			Baku mutu ¹	p-value	Ket. one-way ANOV
			S1	S2	S3			
1	pH	-	7,1	7,1	7,0	6-9	0,0069	Signifikan
2	TSS	mg/L	0,0127	0,0407	0,024	50	0,421	Tidak Signifikan
3	TDS	mg/L	2,2876	2,0638	2,116	1000	0,0001	Signifikan
4	Amonia	mg/L	0,2384*	0,3582*	0,2694*	0,2	0,0188	Signifikan
5	Sulfat	mg/L	5,7271	94,4347	107,4004	300	3E-12	Signifikan
6	Fe ²	mg/L	<0,02	<0,02	<0,02	-	-	<MDL
7	Zn ²	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	0,05	-	<MDL
8	Cu ²	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	-	<MDL
9	Pb ²	mg/L	<0,03	<0,03	<0,03	0,03	-	<MDL
10	Ni ²	mg/L	<0,03	<0,03	<0,03	0,05	-	<MDL

¹Baku mutu air sungai (Kelas 2) PP RI No. 22 Tahun 2021.

²Metode Deteksi Limit (MDL) Fe = 0,02 mg/L, Zn = 0,01 mg/L, Cu = 0,01 mg/L, Pb = 0,03 mg/L dan Ni = 0,03 mg/L.

Nilai pH berada pada kisaran 7,0-7,1, relatif netral dan masih sesuai PP Nomor 22 Tahun 2021 yang menyatakan bahwa nilai tersebut masih memenuhi baku mutu kelas II (6,0–9,0) dan standar WHO (2022). Netralitas pH ini menegaskan bahwa perairan masih mampu mempertahankan keseimbangan kimia yang penting bagi kelangsungan organisme akuatik (Nabila dan Hendrawan 2025; Wan *et al.* 2025). Sungai dengan pH netral umumnya memiliki kapasitas penyangga yang baik terhadap fluktuasi masukan antropogenik (Afzaal *et al.* 2022; Fynnisa *et al.* 2024; Singh *et al.* 2024).

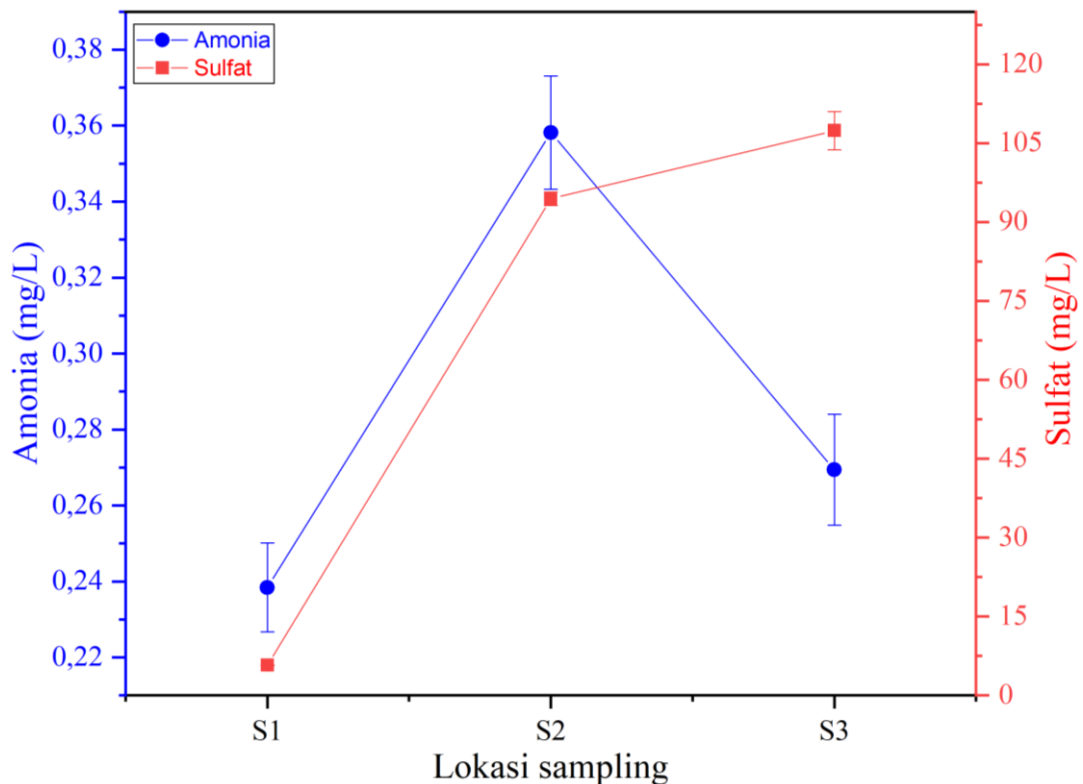
Konsentrasi TSS (0,0127–0,0407 mg/L) dan TDS (2,06–2,29 mg/L) di ketiga lokasi berada di bawah baku mutu kelas II. Hasil ini menunjukkan rendahnya beban partikel tersuspensi dan zat terlarut anorganik, sehingga kondisi perairan relatif aman bagi ekosistem sungai. Pola fluktuatif TSS dan TDS (**Gambar 2**) menunjukkan adanya pengaruh aktivitas antropogenik di sepanjang DAS Krueng Aceh. Temuan ini perlu diantisipasi mengingat konsentrasi TSS yang tinggi dapat menurunkan penetrasi cahaya dan memengaruhi proses fotosintesis fitoplankton, sedangkan TDS berhubungan dengan kestabilan ionik perairan serta osmoregulasi biota akuatik (Astriana *et al.* 2023; Julita *et al.* 2023).



Gambar 2. Pola konsentrasi TSS dan TDS pada tiga lokasi sampling di DAS Krueng Aceh.

Konsentrasi amonia seperti yang ditunjukkan **Gambar 3**, tercatat sebesar 0,2384 mg/L (S1), meningkat menjadi 0,3582 mg/L (S2), lalu menurun menjadi 0,2694 mg/L (S3). Nilai ini melebihi ambang batas baku mutu kelas II (0,2 mg/L), terutama pada S2 yang dipengaruhi oleh aktivitas perkotaan dan masukan domestik. Amonia dikenal sebagai parameter sensitif untuk mendeteksi perubahan kualitas air akibat tekanan antropogenik, karena erat kaitannya dengan dekomposisi bahan organik, masukan limbah rumah tangga, maupun aktivitas pertanian di sekitar daerah aliran sungai (Pradani *et al.* 2024; Sutrisno *et al.* 2025). Oleh karena itu, variasi spasial DAS Krueng Aceh perlu dicermati sebagai indikator awal potensi pencemaran.

Lebih lanjut, sulfat menunjukkan tren meningkat konsisten dari 5,73 mg/L (S1), 94,43 mg/L (S2), hingga 107,40 mg/L (S3). Meskipun masih di bawah baku mutu kelas II (300 mg/L), kenaikan dari hulu ke hilir mencerminkan kontribusi masukan antropogenik seperti limpasan drainase perkotaan, infiltrasi limbah domestik, dan penggunaan deterjen, di samping sumber alami seperti pelapukan mineral sulfida (Wang dan Zhang, 2019; Zhang *et al.* 2024). Distribusi spasial ini menegaskan bahwa meskipun konsentrasi masih aman, tekanan lingkungan yang terus meningkat berpotensi menurunkan kualitas ekosistem jika tidak dikendalikan.



Gambar 3. Pola konsentrasi amonia dan sulfat pada tiga lokasi sampling di DAS Krueng Aceh.

Sementara itu, analisis logam berat menunjukkan bahwa konsentrasi Fe, Zn, Cu, Pb, dan Ni berada di bawah batas deteksi metode (masing-masing 0,02 mg/L; 0,01 mg/L; 0,01 mg/L; 0,03 mg/L; dan 0,03 mg/L). Konsistensi nilai <MDL pada seluruh stasiun menandakan bahwa Sungai Krueng Aceh belum mengalami tekanan akibat logam berat, baik dari aktivitas antropogenik maupun sumber alami. Kondisi ini sejalan dengan temuan (Nur *et al.* 2023) yang melaporkan rendahnya kandungan logam berat di sungai dengan aktivitas industri terbatas, sehingga faktor non-logam cenderung lebih dominan dalam memengaruhi variasi kualitas perairan. Meskipun demikian, sifat logam yang akumulatif dan toksik pada konsentrasi rendah menegaskan pentingnya pemantauan berkelanjutan (Zhang *et al.* 2023; Hama Aziz *et al.* 2023; Salami *et al.* 2025).

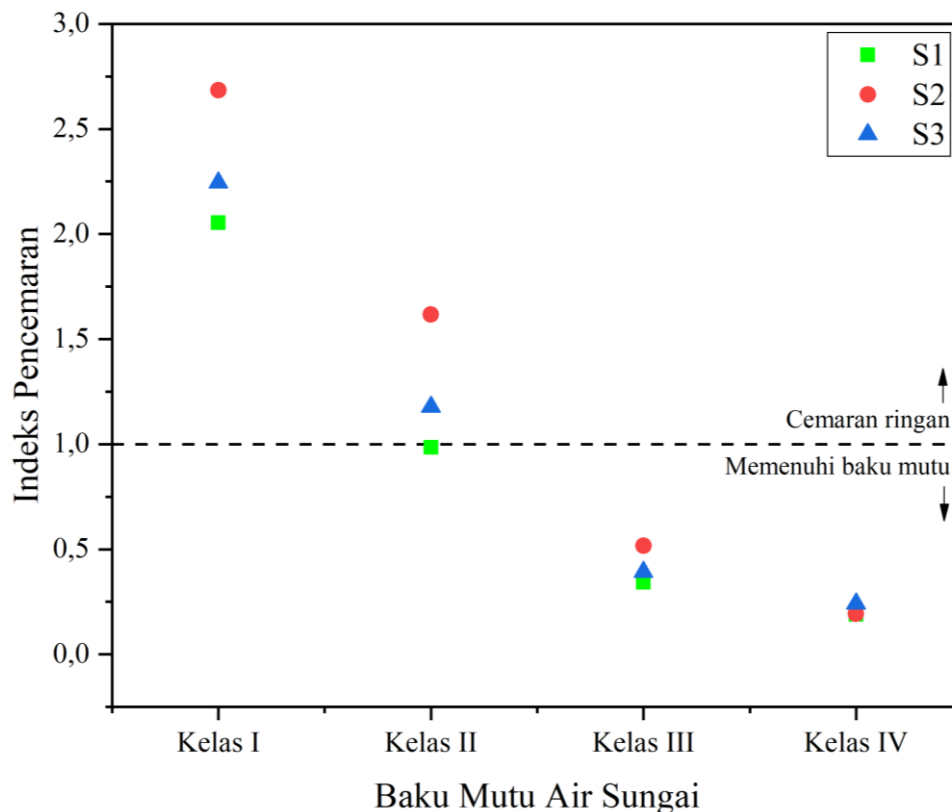
Secara keseluruhan, parameter uji pH, TSS, TDS, amonia, sulfat dan logam berat memberikan gambaran tentang dinamika kualitas perairan Krueng Aceh. Sehingga, evaluasi komprehensif melalui perhitungan Indeks Pencemaran menjadi langkah penting untuk menilai status mutu perairan secara holistik.

3.2 Evaluasi status mutu sungai berdasarkan indeks pencemaran

Analisis Indeks Pencemaran (IP) sungai Krueng Aceh terhadap empat kelas baku mutu menunjukkan nilai IP berada pada kategori “kondisi baik-cemaran ringan”, dengan tren status air lebih baik pada kelas yang lebih rendah seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 4**. Selanjutnya, evaluasi dalam studi ini menggunakan baku mutu Kelas II sebagaimana diatur dalam Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021, mengingat hingga kini Sungai Krueng Aceh belum memiliki penetapan kelas mutu resmi. Pendekatan ini selaras dengan Qanun Aceh Nomor 1 Tahun 2023, yang menyatakan sebagian besar sungai di wilayah Aceh berada pada Kelas I–III, sedangkan hanya sebagian kecil yang jatuh pada Kelas IV (PP Nomor 22 Tahun 2021),

Berdasarkan baku mutu Kelas II (**Tabel 4**), nilai IP Sungai Krueng Aceh berkisar 0,99–1,62 dan dikategorikan cemar ringan. Nilai ini lebih rendah dibandingkan hasil pemantauan resmi dalam Qanun Aceh Nomor 1 Tahun 2023) (IP = 1,97). Secara spasial, hasil studi menunjukkan bahwa S1 masih memenuhi baku mutu, sedangkan S2 dan S3 menunjukkan status cemar ringan akibat tekanan antropogenik dari aktivitas perkotaan dan limbah domestik (Novianti *et al.* 2022; Zhang *et al.* 2024). Kondisi ini menandakan bahwa sungai masih mampu menjalankan fungsi ekologisnya, namun

berisiko mengalami degradasi lebih lanjut apabila pencemar tidak terkendali. Oleh karena itu, temuan ini menegaskan perlunya penerapan strategi pengelolaan lingkungan berkelanjutan melalui pengendalian beban pencemar, penguatan pengolahan limbah domestik, dan pemantauan kualitas air secara periodik. Strategi praktis di Sungai Krueng Aceh meliputi peningkatan IPAL komunal, penertiban pembuangan limbah rumah tangga, pengendalian sampah padat melalui *trash boom* dan pengangkutan rutin, serta pemberdayaan masyarakat dalam pemantauan kualitas air. Upaya ini sejalan dengan target *Sustainable Development Goals* (SDG 6: *Clean Water and Sanitation* dan SDG 14: *Life Below Water*), yang menekankan urgensi menjaga kualitas sumber daya air dan ekosistem akuatik untuk menjamin keberlanjutan fungsi ekologis serta manfaat sosial-ekonomi sungai di masa depan.



Gambar 4. Status mutu Sungai Krueng Aceh pada 4 kelas mutu.

Tabel 4. Evaluasi status mutu air Sungai Krueng Aceh berdasarkan nilai IP.

No.	Stasiun	Indeks Pencemaran	
		Nilai IP (Kelas II)	Kategori
1	S1	0,9856	Baik
2	S2	1,6175	Cemar ringan
3	S3	1,1789	Cemar ringan

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kualitas air Sungai Krueng Aceh dan menentukan status mutu air berdasarkan Indeks Pencemaran. Hasil evaluasi kualitas air Sungai Krueng Aceh menunjukkan status mutu kategori cemar ringan pada segmen tengah dan hilir, sedangkan hulu masih dalam kondisi baik. Parameter pH, TSS, TDS, sulfat, dan logam berat berada dalam batas aman, namun amonia yang melebihi ambang batas menjadi faktor dominan pencemar. Kondisi tersebut menunjukkan tekanan antropogenik dari aktivitas perkotaan dan limbah domestik yang berpotensi menurunkan fungsi ekologis sungai.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Adi M, Walukouw A dan Manalu J. 2024. Dampak kegiatan antropogenik di daerah aliran sungai (DAS) Yahim dan Kuruwaka terhadap kualitas perairan Danau Sentani di Distrik Sentani. *Jurnal Portal Sipil* 13(1):1–10.
- Afzaal M, Hameed S, Liaqat I, Khan AAA, Manan HA, Shahid R and Altaf M. 2022. Heavy metals contamination in water, sediments and fish of freshwater ecosystems in Pakistan. *Water Practice and Technology* 17(5):1253–1272.
- Astriana BH, Cokrowati N and Putra AP. 2023. Analisis tingkat pencemaran perairan di lokasi budidaya rumput laut, Labuhan Sangoro, Teluk Saleh Kabupaten Sumbawa. *Jurnal Perikanan Unram* 13(3):744–754.
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 2008. SNI 6989.57: Metode pengambilan contoh air permukaan. BSN. Jakarta.
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 2019. SNI 6989.3: Cara uji total padatan tersuspensi (TSS). BSN. Jakarta.
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 2019. SNI 6989.11: Cara uji derajat keasaman (pH). BSN. Jakarta.
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 2019. SNI 6989.20: Cara uji sulfat (SO_4^{2-}). BSN. Jakarta.
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 2005. SNI 06-6989.30: Cara uji kadar amonia dengan spektrofotometer secara fenat. BSN. Jakarta.
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 2019. SNI 6989.27: Cara uji total padatan terlarut (TDS). BSN. Jakarta.

- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 2019. SNI 6989.84: Cara uji logam berat dengan SSA. BSN. Jakarta.
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 2021. SNI 8995: Metode pengambilan contoh uji air untuk pengujian fisika dan kimia. BSN. Jakarta.
- Blanco-Ramírez S, van Meerveld I, Camargo A and Seibert J. 2025. "The water is murky, the water is not moving": qualitative water quality assessment by citizen scientists. *Frontiers in Water* 7:1552646.
- [BMKG] Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Aceh. 2025. Buletin iklim Aceh (Analisis iklim Juni dan prakiraan Agustus–Oktober 2025). BMKG Aceh.
- Fatiawan E, Zubair H dan Lias SA. 2024. Pengaruh perubahan tata guna lahan terhadap kondisi tata air daerah aliran sungai (DAS) Tallo. *Jurnal Ecosolum* 13(2):179–199.
- Fynnisa Z, Nugroho ED, Sakaria FS, Juniatmoko R, Sinurat J, Polapa FS, Arida V, Laksani MRT, Siahaya N and Situmorang MTN. 2024. Ekologi perairan. Widina. Kabupaten Bandung.
- Hama Aziz KH, Mustafa FS, Omer KM, Hama S, Hamarawf RF and Rahman KO. 2023. Heavy metal pollution in the aquatic environment: efficient and low-cost removal approaches to eliminate their toxicity: a review. *RSC Advances* 13(26):17595–17610.
- Hu L, Chen L, Li Q, Zou K, Li J and Ye H. 2022. Water quality analysis using the CCME-WQI method with time series analysis in a water supply reservoir. *Water Supply* 22(7):6281–6295.
- Julita N, Simarmata A dan Purwanto E. 2023. Hubungan total padatan tersuspensi (TSS) dengan klorofil-a di perairan pesisir Kecamatan Dumai Barat, Kota Dumai, Riau. *Ilmu Perairan* 11(3):202–210.
- [KepmenLH] Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air
- Lin Y, Dai J, Peng X, Li Z and Wan Z. 2025. Effects of water level changes on the hydrological connectivity and water quality of a lake-type wetland. *Frontiers in Environmental Science* 13:1531893.

- Madjar RM and Scăețeanu GV. 2025. An overview of heavy metal contamination in water from agriculture: origins, monitoring, risks, and control measures. *Sustainability* 17(16):7368.
- Mukti GT, Prayogo TB and Haribowo R. 2021. Studi penentuan status mutu air dengan menggunakan metode indeks pencemaran dan metode water quality index (WQI) di Sungai Donan Cilacap, Jawa Tengah. *Jurnal Teknologi dan Rekayasa Sumber Daya Air* 1(1):238–251.
- Nabila C and Hendrawan DI. 2025. Water quality and degradation rate analysis: assessing pollution and environmental impact for effective management, West Java. *Applied Environmental Science* 2(2):1480.
- Novianti N, Zaman B and Sarminingsih A. 2022. Kajian status mutu air dan identifikasi sumber pencemaran Sungai Cidurian segmen hilir menggunakan metode indeks pencemaran (IP). *Jurnal Ilmu Lingkungan* 20(1):22–29.
- Nugraha BRA, Suryaningrum I, Amanda P, Agfanisa R, Ardeny ANF, Pratama LS, Haris A, Fariz TR, Jabbar A, Kholil PA and Faizah N. 2025. Perubahan tata guna lahan terhadap daya dukung fungsi lindung daerah aliran sungai (DAS) Babon di Semarang dan sekitarnya. *Jurnal Riptek* 19(1):77–86.
- Nur A, Darnas Y and Fauzi M. 2023. Studi kualitas air Krueng Brayeun di Kabupaten Aceh Besar sebagai air baku air minum. *Jurnal Serambi Engineering* 8(2):5794–5800.
- Nur Annisa NA, Hakim A and Setyowati RDN. 2022. Analisis status mutu air Sungai Mahakam Kota Samarinda menggunakan metode indeks pencemaran. *Jurnal Serambi Engineering* 7(4):4201–4210.
- Nemerow NL. 1985. *Industrial water pollution: origins, characteristics, and treatment*. John Wiley & Sons. New York.
- Nursaini D and Harahap A. 2022. Kualitas air sungai. *BIOEDUSAINS: Jurnal Pendidikan Biologi dan Sains* 5(1):312–321.
- Pambudi AS and Pramujo B. 2025. Peran konservasi sumber daya air dalam pembangunan ekonomi, sosial, dan lingkungan berkelanjutan. *Bulletin of Community Engagement* 5(1):1–17.
- [PP] Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang pedoman perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup.

- Permata C, Larasati MA, Ayuningtyas ML, Putri AAK and Wahyudi AV. 2024. Analisis potensi dan kemajuan dalam pengelolaan air bersih dan sanitasi berkelanjutan (SDGs 6) di Indonesia. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Lingkungan dan Pembangunan* 25(1):16–24.
- Pradani MA, Wijayanti P and Tjahjono GA. 2024. Analisis kualitas air Sungai Sawur sebagai upaya pengendalian pencemaran air di Kecamatan Sambungmacan Kabupaten Sragen tahun 2023. *Indonesian Journal of Environment and Disaster* 3(1):97–110.
- Pramaningsih V, Yuliawati R, Sukisman S, Hansen H, Suhelmi R and Daramusseng A. 2023. Indeks kualitas air dan dampak terhadap kesehatan masyarakat sekitar Sungai Karang Mumus, Samarinda. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia* 22(3):313–319.
- Qanun Aceh Nomor 1 Tahun 2023 tentang rencana perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup.
- Salami IRS, Thufailah NA, Fahimah N and Roosmini D. 2025. Health risk assessment of physicochemical and heavy metals exposures of the usage of shallow groundwater located at the proximity to Citarum River, Indonesia. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering* 11:101153.
- Singh V, Ahmed G, Vedika S, Kumar P, Chaturvedi SK, Rai SN, Vamanu E and Kumar A. 2024. Toxic heavy metal ions contamination in water and their sustainable reduction by eco-friendly methods: isotherms, thermodynamics and kinetics study. *Scientific Reports* 14(1):58061.
- Sutrisno, Rukmini, Amin R, Nasirudin and Silviani. 2025. Analisis kualitas air dan pengendalian pencemaran Sungai Bangkok di Kecamatan Gempol Kabupaten Pasuruan Jawa Timur. *E-Jurnal Sumberdaya dan Lingkungan* 14(1):1–14.
- Wan S, Wang S, Qaisar M, Zeb BS, Wang R, Yuan L and Zheng P. 2025. Critical role of pH in wastewater treatment and resource recovery from the hazardous chemical polishing wastewater. *Journal of Water Process Engineering* 75:107944.
- Wang H and Zhang Q. 2019. Research advances in identifying sulfate contamination sources of water environment by using stable isotopes. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 16(11):1914.

Waskitho NT. 2024. Pengelolaan daerah aliran sungai di Indonesia. UMMPress. Malang.

[WHO] World Health Organization. 2022. Guidelines for drinking-water quality. WHO.

Zhang D, Xue T, Xiao J, Chai N and Gong S. 2024. Significant influence of water diversion and anthropogenic input on riverine sulfate based on sulfur and oxygen isotopes. *Journal of Hazardous Materials* 461:132622.

Zhang P, Yang M, Lan J, Huang Y, Zhang J, Huang S, Yang Y and Ru J. 2023. Water quality degradation due to heavy metal contamination: health impacts and eco-friendly approaches for heavy metal remediation. *Toxics* 11(10):1.