Jurnal Biologi Tropis

Original Research Paper

Pollution Index as an Approach to River Water Quality Assessment in Sumbersuko Village, Gempol, Pasuruan

Andika Dwi Prasetyo[1,2] & Elizabeth Novi Kusumaningrum[3]

[1]Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Terbuka, Jalan Cabe Raya, Pondok Cabe, Pamulang, Tangerang Selatan, Banten 15437, Indonesia;

[2]Divisi Utility & WWTP, PT. Hakiki Donarta, Desa Sumbersuko, Kec. Gempol, Pasuruan Jawa Timur 67155, Indonesia;

[3] Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Terbuka, Jalan Cabe Raya, Pondok Cabe, Pamulang, Tangerang Selatan, Banten 15437, Indonesia;

Article History
Received : November 08th, 2026
Revised : November 15th, 2026
Accepted : November 23th, 2026

*Corresponding Author: **Andika Dwi Prasetyo,** Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Terbuka, Jalan Cabe Raya, Pondok Cabe, Pamulang, Tangerang Selatan, Banten 15437, Indonesia;
Email: andikadprasetyo20@gmail.com

Abstract: Sumbersuko Village, Gempol District, Pasuruan Regency, is developing as an industrial area, with a potential increase in water pollution loads from domestic and industrial activities. This study aimed to assess river water quality based on Biochemical Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand (COD), Dissolved Oxygen (DO), and pH, and to determine the water quality status using the Pollution Index method. Water samples were collected using the grab sampling method in accordance with SNI 6989.57:2008. A 1 L sample was collected at each station and stored in a plastic jug. (placed in a cooling box during transport) and taken directly to the laboratory for testing. Three sampling stations were selected using purposive sampling, comprising Station 1 (upstream), Station 2 (midstream), and Station 3 (downstream). Station 1 had a Pollution Index (PI) value of 1.70 (lightly polluted), whereas Stations 2 and 3 had PI values of 6.16 and 5.74, respectively, indicating moderately polluted conditions. These findings highlight the need to control pollution sources associated with anthropogenic activities along the river to support the recovery of water quality in accordance with the applicable water quality standards.

Keywords: Grab Sampling; Pollution Index; River Water Quality; Water Pollution.

Pendahuluan

Aliran sungai menjadi sumber daya perairan yang memegang peranan vital bagi kelangsungan hidup warga, baik untuk mencukupi kebutuhan rumah tangga, pertanian, perikanan, maupun sektor industri. Di samping menyokong beragam kegiatan manusia, kondisi air sungai yang bersih serta sehat juga berperan krusial dalam menjaga stabilitas ekologi perairan dan kesehatan lingkungan secara luas. Atas dasar itulah kualitas air sungai wajib dipelihara dengan baik supaya kegunaan ekologis dan fungsi sosial ekonominya tetap terjaga (Ekka*et al*., 2020; Opperman *et al*., 2020; Pratiwi *et al*., 2023; WHO, 2023).

Seiring masifnya perkembangan industri serta perluasan area perkotaan, tekanan terhadap kelestarian lingkungan perairan meningkat.Pembuangan limbah industri dan limpasan air permukaan serta aktivitas domestik rawan menjadi sumber pencemaran yang memicu penurunan kualitas air jika tidak ditangani dengan serius. Berbagai kajian terdahulu membuktikan bahwa wilayah industri menjadi salah satu faktor utama dalam pemicu lonjakan beban pencemaran di badan air serta berdampak terhadap keseimbangan ekosistem serta mengancam mutu kehidupan warga di sekitarnya (Pratama *et al*., 2020; Santy *et al*., 2020; Viniegra *et al*., 2021; Dhruba *et al*., 2022; Li *et al*., 2023)

Desa Sumbersuko, Kecamatan Gempol, Kabupaten Pasuruan, berada di wilayah kawasan industri yang tumbuh dengan cepat. Daerah ini tergolong sebagai permukiman dengan beban lingkungan yang berat karena dipengaruhi oleh kepadatan penduduk, aktivitas pertanian, serta aktivitas industri yang

This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

© 2026 The Author(s). This article is open access

beroperasi di kawasan sekelilingnya. Kondisi tersebut memperbesar peluang masuknya material pencemar ke dalam aliran sungai melalui saluran pembuangan air, aliran permukaan, serta buangan sisa aktivitas industri maupun permukiman. Apabila dibiarkan terjadi tanpa kendali maka penurunan mutu air tidak dapat dihindarkan dan akan merusak fungsi sungai sebagai sumber daya lingkungan yang penting (Viniegra*et al*., 2021; Kahar & Prasetia, 2023).

Penilaian kualitas air umumnya dilakukan melalui pengukuran beberapa parameter fisika dan kimia, seperti COD, BOD, dan pH. Parameter COD dan BOD digunakan untuk menggambarkan tingkat pencemaran organik dalam perairan, sedangkan DO memperlihatkan ketersediaan oksigen yang dibutuhkan oleh organisme akuatik. Sementara itu parameter pH menggambarkan suatu kondisi kimia perairan yang dapat memengaruhi berbagai proses biologis di dalam ekosistem sungai (Lucero *et al*., 2018; Kurnianto *et al*., 2024). Perubahan nilai parameter-parameter tersebut sering digunakan sebagai indikator awal dalam menilai kondisi kualitas air dan tingkat pencemaran suatu badan perairan (Kurnianto *et al*., 2024).

Pengukuran setiap parameter secara terpisah biasanya belum menggambarkan kondisi mutu air secara keseluruhan. Oleh sebab itu, diperlukan suatu pendekatan yang dapat mengintegrasikan beberapa parameter kualitas air ke dalam satu nilai yang lebih mudah diinterpretasikan. Metode Indeks Pencemaran (IP)merupakan salah satu pendekatan yang banyak digunakan karena mampu menunjukkan tingkat pencemaran berdasarkan kesesuaian hasil pengukuran dengan baku mutu yang sudah ditentukan (Harapap, 2022).

Penelitian mengenai evaluasi status air sungai banyak dilakukan di beberapa wilayah Indonesia, termasuk di Jawa Timur. Namun sebagian besar penelitian tersebut masih berfokus pada sungai-sungai besar seperti Sungai Brantas dan Sungai Bengawan Madiun, sedangkan sungai-sungai kecil, seperti Sungai Sumbersuko yang terdapat di Kecamatan Gempol, Kabupaten Pasuruan, masih minim data mengenai tingkat pencemarannya (Fadillatur & Dahalan, 2024). Sementara itu, Sutrisno *et al*. (2025) mengkaji Sungai Bangkok di Kecamatan Gempol dalam skala yang lebih luas dengan membandingkan metode IP dan STORET. Demikian pula, Irawan & Haribowo (2025) menguji kualitas Sungai Coban Hulu di Kabupaten Pasuruan yang pemanfaatan airnya digunakan untuk lahan pertanian sebesar 61,44% dengan penekanan pada pengukuran parameter fisik *in situ,* seperti TDS, TSS, dan ORP. Selain itu sebagaian besar penelitian sebelumnya masih menekankan pengukuran parameter kualitas air tanpa mengintegrasikan hasilnya ke dalam penilaian status mutu menggunakan metode Indeks Pencemaran. Dengan demikian, gambaran mengenai tingkat pencemaran air sungai di wilayah tersebut belum tersedia secara komprehensif. Kondisi tersebut menunjukkan adanya kesenjangan informasi mengenai status mutu air sungai di Desa Sumbersuko berdasarkan parameter COD, BOD, DO, dan pH yang dianalisis menggunakan metode Indeks Pencemaran. Padahal, informasi tersebut penting sebagai dasar dalam pengelolaan kualitas lingkungan, pengendalian pencemaran, dan perlindungan sumber daya air secara berkelanjuatan.



Gambar 1. Lokasi Penelitian di Desa Sumbersuko, Gempol, Pasuruan.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kualitas air sungai di Desa Sumbersuko, Kecamatan Gempol, Kabupaten Pasuruan berdasarkan parameter COD, BOD, DO, dan pH, serta mendapatkan status mutu air menggunakan metode Indeks Pencemaran guna menentukan tingkat pencemaran yang terjadi pada badan sungai.

Metode dan Bahan

Tempat dan Waktu penelitian

Sampel air sungai diambil pada tanggal 19 Mei di sepanjang aliran sungai penembus tiga desa dalam satu wilayah Kecamatan Gempol meliputi Desa Kemuning (hulu), Kali Putih (hilir), dan Sumbersuko (Lokasi antara/tengah). Secara aspek astronomis lokasi penelitian ini berada pada titik koordinat 7°38'12,79" LS dan 112°40'05,07" BT untuk wilayah hulu atau stasiun 1 serta titik 7°37’32,83” LS dan 112°40’28,08 BT untuk wilayah tengah atau stasiun 2 dan titik koordinat 7°37’32,23 LS dan 112°40’25,45 BT untuk wilayah hilir atau stasiun 3 (Gambar 1). Penelitian ini menerapkan sistem grab sampling yang berjalan sesuai dengan pedoman mengacu pada SNI 6989.57:2008. Sementara itu proses penentuan lokasi sampling menggunakan teknik purposive sampling melalui pengamatan langsung pada tiga stasiun yang mencakup kawasan upstream atau stasiun 1 dan midstream atau stasiun 2 serta downstream atau stasiun 3. Dalam memetakan status mutu perairan lewat skema Indeks Pencemaran Parameter maka indikator yang diuji mencakup variabel COD dan BOD serta DO dan juga pH.

Alat dan bahan

Sejumlah alat dan bahan yang dibutuhkan dalam riset ini diantaranya instrumen DO meter (Lutron) dan perlengkapan uji kadar COD serta BOD dan pH meter, sedangkan bahan yang digunakan berupa sampel air sungai. Proses pengambilan sampel air dilakukan pada siang hari antara pukul 10.00 WIB sampai dengan pukul 12.00 WIB dengan asumsi dasar bahwa pasokan limbah dari sektor industri, pertanian, serta domestik berada pada titik puncak (kegiatan) sehingga material pencemar tercampur secara merata dari semua sektor yang menjadi sumber pencemar. Pengujian DO dan pH dilakukan secara in situ menggunakan DO meter (include pH meter). Metode pengukuran menggunakan probe DO yang dicelupkan ke dalam sampel air hingga nilai pembacaan stabil. Sebelum digunakan, alat diperiksa dan dikalibrasi sesuai dengan prosedur operasional dan petunjuk penggunaan dari produsen.

Kompensasi suhu dilakukan secara otomatis menggunakan fitur *Automatic Temperature Compensation* (ATC)/. Pengujian pencemar parameter COD berdasarkan SNI 698973.2009 dengan teknik refluk tertutup spektrofometri. Sedangkan BOD merujuk pada SNI 6989.72.2009 dengan menghitung deviasi volume oksigen terlarut pada cairan sampel sebelum dan sesudah masa inkubasi selama 5 hari. Penurunan kadar oksigen yang terjadi secara konsisten menjadi indikasi kuat adanya senyawa organik yang didegradasi oleh mikroorganisme di dalam sampel air tersebut (Juwana *et al*., 2021).

Analisis Data

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, hasil pengujian sampel kemudian dibandingkan dengan kriteria mutu air sungai. Merujuk pada Lampiran II Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air, penilaian status mutu air yang digunakan untuk mengategorikan tingkat pencemaran pada badan air menggunakan Indeks Pencemaran dengan menerapkan rumus pada persamaan 1.

$$IP = \sqrt{\frac{(\frac{Ci}{Lij})^2 m + (\frac{Ci}{Lij})^2 R}{2}} \quad \textbf{(1)}$$

Keterangan:
IP : Indeks Pencemaran
Ci : Konsentrasi parameter kualitas air
Lij : Baku mutu parameter kualitas air
M : Maksimum
R : Rata-rata

Berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003 Lampiran II, parameter DO dan pH termasuk parameter khusus, sehingga nilai Ci/Lij dihitung dengan pembagian biasa. Terdapat hitungan khusus untuk parameter DO kerena dalam peraturan disebutkan bahwa nilai mutunya merupakan batas minimal, sehingga untuk menyesuaikan menggunakan rumus:

$$\frac{Ci}{Lij}\ DO = \frac{Cim - Ci}{Cim - Li}$$

Keterangan:
Cim : Nilai maksimum DO jenuh (7 mg/L)
Ci : Konsentrasi DO
Lij : Baku mutu minimum DO (4 mg/L)

Perhitungan khusus parameter pH karena pH memiliki baku mutu rentang 6-9, maka digunakan pendekatan nilai rata-rata baku mutu pH dengan rumus sebagai berikut:

$$\frac{Ci}{Lij}\ pH = \frac{Ci\ - Cavg}{Lij - Lavg}$$

Keterangan:
Lavg : Nilai rata-rata baku mutu pH (7,5 mg/L)
Ci : Konsentrasi pH
Lij : Baku mutu minimum pH (6 mg/L)

Penentuan status mutu sungai dilakukan berdasarkan ketentuan dalam Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup dengan membandingkan hasil pengujian parameter kualitas air kepada baku mutu air sesuai kelas peruntukan badan air. Klasifikasi baku mutu air sungai kelas 1, 2, 3, dan 4 untuk parameter COD, BOD, DO, dan pH pada table 1.

Table 1. Baku Mutu Air Sungai Berdasarkan Kelas

No	Parameter	Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3	Kelas 4
1.	pH	6-9	6-9	6-9	5-9
2.	COD	10	25	40	80
3.	BOD	2	3	6	12
4.	DO	6	4	3	1

Indeks Pencemaran (IP), yang diperoleh dari nilai maksimum dan nilai rata-rata rasio konsentrasi untuk setiap parameter, digunakan untuk mengklasifikasikan tingkat pencemaran pada badan air sesuai dengan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003. Indeks Pencemaran terdiri dari empat kategori:

Table 2. Kategori Indeks Pencemaran (IP) Berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No 115 Tahun 2003

No	Range	Kategori
1.	$0 \leq 1$	Memenuhi baku mutu
2.	$1 < IP \leq 5$	Tercemar Ringan
3.	$5 < IP \leq 10$	Tercemar Sedang
4.	$IP > 10$	Tercemar Berat

Hasil dan Pembahasan

Hasil Pengukuran Parameter Lapangan

Berikut disajikan hasil pengujian terhadap seluruh parameter lingkungan di sepanjang aliran Sungai Sumbersuko mulai dari wilayah hulu sampai dengan wilayah hilir yang tersebar di tiga stasiun pengamatan utama, yaitu *upstream*, *midstream,* dan *downstream.* Hasil pengukuran parameter COD, BOD, DO, dan pH yang kemudian dibandingkan dengan baku mutu air kelas II berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 (Lampiran VI) yang mana air sungai Sumbersuko digunakan untuk irigasi dan sarana rekreasi air. Adapun hasil pengukuran parameter dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan Antara Hasil Pengukuran Parameter di Lapangan dengan Nilai Baku Mutu Air

No	Stasiun (S)	Parameter	Baku Mutu (mg/L)	Hasil Uji (mg/L)	Keterangan
1.	S 1	COD	25	13	M
		BOD	3	5,2	TM
		DO	>4	4,04	M
		pH	6-9	7	M
2.	S 2	COD	25	60	TM
		BOD	3	24	TM
		DO	>4	1,45	TM
		pH	6-9	7	M
3.	S 3	COD	25	52	TM
		BOD	3	20,8	TM
		DO	>4	2,85	TM
		pH	6-9	7	M

Keterangan: M : Memenuhi; TM : Tidak Memenuhi

Secara umum, temuan di lapangan memperlihatkan bahwa konsentrasi COD serta BOD di sepanjang aliran sungai mempunyai kecenderungan pola perubahan yang identik merangkak naik dari kawasan hulu menuju hilir, kemudian mengalami sedikit penurunan pada bagian hilir. Nilai COD pada stasiun 1 atau wilayah hulu di Desa Kemuning 13 mg/L, meningkat menjadi 60 mg/L pada stasiun 2 di Desa Sumbersuko, dan menurun menjadi 52,00 mg/L pada stasiun 3 atau area hilir di Desa Kali Putih. Sementara itu, nilai BOD pada stasiun 1 di Desa Kemuning sebesar 5,20 mg/L, meningkat menjadi 24,00 mg/L pada stasiun 2 di Desa Sumbersuko, kemudian menurun menjadi 20,80 mg/L pada stasiun 3 di Desa Kali Putih.

Sementara itu, jika mengacu pada baku mutu kelas II untuk parameter COD sebesar 25 mg/L dan BOD sebesar 3 mg/L, sehingga dapat dikatakan bahwa parameter COD terindikasi melampaui baku mutu pada stasiun 2 dan stasiun 3, sedangkan untuk seluruh titik sampling, nilai BOD telah melampaui baku mutu.

Nilai COD dan BOD yang relatif lebih rendah pada bagian stasiun 1 memperlihatkan bahwa kualitas air masih lebih baik karena lokasi tersebut berada sebelum kawasan permukiman dan industri. Peningkatan yang teramati pada bagian *midstream* mengindikasikan meningkatnya beban pencemar organik dan kimia akibat limbah domestik maupun cairan buangan lainnya ke badan sungai. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Pratama *et al.,* (2020), yang menemukan bahwa kadar BOD dan COD cenderung meningkat di sepanjang aliran sungai berdasarkan analisis spasial. Bagian tengah sungai, yang terletak di kawasan metropolitan dengan tingkat aktivitas manusia yang tinggi, juga menunjukkan peningkatan tersebut. Kemampuan alami sungai untuk menurunkan konsentrasi polutan melalui proses seperti sedimentasi dan penguraian bahan organik oleh mikroba terlihat dari sedikit penurunan konsentrasi COD dan BOD di stasiun 3. Hal ini mengindikasikan adanya proses "pemurnian alami" (*self-purification*) yang menghasilkan perbaikan tipis pada kualitas air, meskipun air tersebut masih tercemar.

Selain itu, penurunan konsentrasi BOD dan COD bisa diakibatkan oleh perbedaan debit, pengendapan, dan geomorfologi sungai (Arby et al, 2015). Menurut Obianyo *et al*. (2022), proses *self-purification* pada sungai merupakan kompleksitas sistem yang terjadi secara bersamaan dan alami dari beragam aktivitas termasuk fisik, kimia, dan biologi. Melalui proses ini, setelah mencapai satuan jarak tertentu kondisi sungai menjadi pulih dan jernih secara mandiri. Dalam pemeliharaan ekosistem perairan, proses *self-purification* dan peningkatan kualitas air sangatlah penting, karena keduanya merupakan kunci keberhasilan remediasi habitat dan pengelolaan keberagaman biota perairan secara keberlanjutan (Pratiwi *et al*., 2023; Nascimento *et al*., 2025).

Pengukuran oksigen terlarut (DO) yang dilakukan di lapangan menunjukkan kadar sebesar 4,04 mg/L di stasiun 1, 1,45 mg/L di stasiun 2, dan 2,85 mg/L di stasiun 3. Hanya stasiun 1 yang memenuhi persyaratan ambang batas minimum DO sebesar 4 mg/L menurut standar kualitas air Kelas II; kadar di stasiun 2 dan 3 berada di bawah batas kualitas air yang ditetapkan. Kadar DO yang memenuhi standar di stasiun 1 menunjukkan bahwa oksigen terlarut dalam badan air di bagian hulu masih mencukupi untuk menunjang kehidupan akuatik. Hal ini disebabkan lokasi hulu belum banyak menerima masukan limbah organik yang dapat mengurangi kandungan oksigen dalam air. Temuan ini ada kemiripan dengan pendapat Pratiwi *et al.* (2023), penelitian yang dilakukan pada segmen *upstream* (hulu) di Sungai Citarum, DO digunakan sebagai salah satu indikator proses deoksigenasi dan kondisi kehilangan DO berkaitan dengan konsumsi oksigen selama dekomposisi bahan organik.

Penurunan drastis nilai DO pada stasiun 2 mengindikasikan tingginya konsumsi oksigen oleh mikroorganisme dalam proses penguraian bahan organik yang masuk ke sungai. Menurut Jaiswal & Pandey (2019), konsentrasi DO di sungai Ganga akan menurun ketika laju dekomposisi aerobik bahan organik oleh mikroorganisme lebih besar daripada laju suplai oksigen. Disampaikan pula peningkatan *sediment oxygen demand* merupakan salah satu penyebab utama terbentuknya zona DO rendah. Pada stasiun 3, nilai DO mengalami peningkatan yang menunjukkan adanya proses reaerasi (*reoxygenation*) alami dan pemulihan kualitas air akibat turbulensi aliran sungai dan transfer oksigen dari atmosfer ke air. Kondisi ini sesuai dengan pendapat Wahyuningsih *et al*. (2020) Pada penelitian di Sungai Bedadung Hilir, besaran nilai koefisien reaerasi pada tiga stasiun cenderung mengalami peningkatan, dan stasiun dengan nilai koefisien reaerasi tinggi merupakan indikasi adanya kemampuan sungai dalam memasok oksigen secara alami.

Hasil pengukuran parameter pH menunjukkan nilai yang relatif stabil pada seluruh titik sampling yaitu sebesar 7,00 pada stasiun 1, 2, dan 3. Angka tersebut masih berada dalam rentang nilai baku mutu air kelas II berdasarkan PP Nomor 22 Tahun 2021 sehingga parameter pH pada sungai masih memenuhi standar kualitas air. Stabilitas nilai pH pada seluruh stasiun sampling mengindikasikan bahwa pH yang stabil di aliran sungai Desa Sumbersuko dipengaruhi oleh kondisi lingkungan yang relatif konstan. Sebagaimana dikatakan oleh Hamid *et al*. (2020) bahwa. bahan yang berasal dari pelapukan material induk menjadi sumber zat penyangga di sungai, sehingga geologi dan iklim memengaruhi pH.

Kehadiran kation basa seperti Ca^{2+} juga dapat membantu menghilangkan ion H^+ sehingga pH air tetap stabil.

Penentuan Status Mutu Air Sungai dengan Metode Indeks Pencemaran

Perhitungan Analisis data Indeks Pencemaran dilakukan untuk menentukan tingkat pencemaran air sungai berdasarkan data pengukuran kualitas air yang telah diperoleh. Perhitungan Analisis data Indeks Pencemaran dilakukan untuk menentukan tingkat pencemaran air sungai berdasarkan hasil pengukuran kualitas air yang telah diperoleh. Perhitungan Ci/Lij dari masing-masing parameter dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Perhitungan Rasio Ci/Lij

No.	Parameter	Ci			Lij	Ci/Lij		
		S 1	S 2	S 3		S 1	S 2	S 3
1.	COD	13	60	52	25	0,52	2,40	2,08
2.	BOD	5,2	24	20,8	3	1,73	8,00	6,93
3.	DO	4,04	1,45	2,85	>4	0,99	1,85	1,38
4.	pH	7	7	7	6-9	0,33	0,33	0,33

Tabel 5. Perhitungan Ci/Lij baru

No.	Parameter	Ci/Lij			Ci/Lij baru		
		S 1	S 2	S 3	S 1	S 2	S 3
1.	COD	0,52	2,40	2,08	0,52	2,9	2,59
2.	BOD	1,73	8,00	6,93	2,19	5,51	5,20
3.	DO	0,99	1,85	1,38	0,99	2,33	1,69
4.	pH	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
Nilai maksimum					2,19	5,51	5,20
Nilai rata-rata					1,00	2,76	2,45

Berdasarkan hasil perhitungan rasio Ci/Li, diketahui bahwa masing-masing parameter memiliki nilai tertinggi pada titik sampling, BOD sebesar 5,51 mg/L pada stasiun 1 (*upstream)*, COD sebesar 2,9 mg/L pada stasiun 2 (*midtream*), DO sebesar 2,33 mg/L pada stasiun 2 (*midtream*) dan pH memiliki nilai sama pada tiap titik. Tingginya rasio BOD menunjukkan bahwa parameter ini merupakan faktor dominan yang memengaruhi tingkat pencemaran bahan organik pada sungai. Hal serupa juga disampaikan oleh Martinus *et al.* (2018) dalam risetnya di lima stasiun Sungai Sunter, Jakarta dengan menggunakan *Pollution Index* ditemukan bahwa, tingginya BOD dan COD sebagai indikasi bahwa limbah organik merupakan pencemar dominan Sungai Sunter. Sumbernya antara lain dikaitkan dengan kawasan permukiman yang membuang *greywater* ke sungai. Hasil perhitungan rasio Ci/Lij dari masing-masing parameter selanjutnya digunakan untuk menghitung nilai Indeks Pencemaran (IP). Perhitungan IP air sungai per titik dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 6. Perhitungan Indeks Pencemaran

No	Lokasi	$(\frac{Ci}{Lij})^2 m$	$(\frac{Ci}{Lij})^2 R$	$IP = \sqrt{\frac{(\frac{Ci}{Lij})^2 m + (\frac{Ci}{Lij})^2 R}{2}}$
1.	S 1	4,79	1,00	1,70
2.	S 2	30,36	7,61	6,16
3.	S 3	27,04	6,00	5,74

Perhitungan Indeks Pencemaran menunjukkan bahwa stasiun 1 yang berada di Desa Kemuning, sebelum kawasan permukiman, memperoleh nilai Indeks Pencemaran sebesar 1,70. Nilai tersebut termasuk dalam kategori tercemar ringan ($1 < IP \leq 5$). Meskipun lokasi ini berada sebelum area permukiman dan industri, kondisi kualitas air telah menunjukkan indikasi pencemaran ringan yang diduga berasal dari aktivitas alami maupun limpasan dari kegiatan pertanian atau aktivitas domestik skala kecil di sekitar daerah hulu. Hal senada juga disampaikan oleh Nurrohman *et al.* (2019) bahwa, dalam risetnya menggunakan Indeks Pencemaran pada

enam titik pemantauan di DAS Cimanuk diketahui termasuk kategori tercemar ringan hingga sedang, dan sumber pencemarnya didominasi oleh lahan pertanian dan permukiman.

Pada stasiun 2 yang berada di kawasan permukiman dan industri Desa Sumbersuko, didapatkan nilai Indeks Pencemaran sebesar 6,16. Nilai ini menunjukkan bahwa kondisi mutu air berada dalam kategori tercemar ringan ($5 < IP \leq 10$). Nilai Indeks Pencemaran pada stasiun ini tergolong tercemar sedang. Tingginya nilai pencemar ini menunjukkan asosiasi secara spasial dengan kawasan aktivitas permukiman dan industri, yang menyebabkan meningkatnya kandungan bahan organik dan bahan pencemar di badan sungai. Kondisi ini mirip dengan pernyataan Adam *et al*. (2022) berdasarkan risetnya di Sungai Wangi, Beji, Pasuruan bahwa, BOD memiliki nilai Ci/Lij yang relatif tinggi, yaitu sekitar 7,47 pada area industri dan pertanian serta 6,69 pada area permukiman, sehingga termasuk dalam kategori tercemar sedang, dampaknya terjadi peningkatan bahan organik.

Pada stasiun 3 yang berada di Desa Kali Putih setelah menerima masukan dari aktivitas industri, pertanian, dan permukiman, diperoleh nilai Indeks Pencemaran sebesar 5,74 yang masih tergolong dalam kategori tercemar sedang ($5 < IP \leq 10$). Meskipun nilai tersebut sedikit lebih rendah dibandingkan dengan stasiun 2, status mutu air tetap berada pada kategori tercemar sedang. Kondisi ini memperlihatkan bahwa kualitas air pada bagian tersebut masih mengalami pertambahan pencemaran akibat berbagai aktivitas antropogenik di sepanjang aliran sungai. Menurut Marselina *et al*. (2025), penurunan nilai IP tidak secara otomatis berarti sungai telah kembali ke kondisi baik, karena status mutu masih dapat tetap berada dalam kategori tercemar sedang. Selain itu, kondisi *upstream* lebih baik daripada *downstream* dan lokasi yang lebih dekat dengan permukiman dan industri menunjukkan kualitas air yang lebih buruk.

Implikasi Lingkungan dan Rekomendasi Pengelolaan

Nilai Indeks Pencemaran pada stasiun 2 (IP = 6,16) dan stasiun 3 (IP = 5,74) termasuk dalam kategori tercemar sedang, yang mengindikasikan adanya tekanan ekologis terhadap ekosistem perairan dan berpotensi menimbulkan dampak sosial bagi masyarakat yang memanfaatkan sungai. Kondisi tersebut semakin diperkuat oleh rendahnya konsentrasi DO pada stasiun 3 yang mencapai 1,45 mg/L, jauh di bawah baku mutu minimum 4 mg/L untuk air sungai kelas 2 berdasarkan PP No. 22 Tahun 2021. Konsentrasi DO yang rendah dapat memberikan tekanan fisiologis terhadap organisme akuatik dan mengurangi kesesuaian habitat bagi biota yang sensitif terhadap kekurangan oksigen. Kondisi oksigen rendah juga dapat memengaruhi struktur komunitas makrozoobentos dan mengurangi kelimpahan atau kekayaan jenis organisme yang sensitif, sedangkan beberapa kelompok spesies yang lebih toleran masih dapat bertahan pada kondisi oksigen rendah (Ding *et al*., 2016; Hamdhani *et al.*, 2023; Sudarso *et al*., 2025)

Pemulihan status mutu air sungai dari kondisi tercemar sedang hingga memenuhi baku mutu memerlukan strategi pengelolaan terintegrasi melalui pendekatan teknis-struktural dan nonstruktural. Pendekatan teknis dapat diarahkan pada penerapan lahan basah buatan sebelum saluran pembuangan utama permukiman bermuara ke badan sungai, serta optimalisasi instalasi pengolahan air limbah (IPAL) industri untuk menekan beban pencemar sebelum masuk ke aliran sungai. Pendekatan tersebut harus diperkuat melalui kerja sama antara pemerintah daerah dan masyarakat dalam meningkatkan edukasi dan partisipasi publik untuk mencegah pembuangan sampah dan limbah rumah tangga secara langsung ke badan sungai.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, kualitas air Sungai Sumbersuko di Desa Sumbersuko, Kecamatan Gempol, Kabupaten Pasuruan menunjukkan tekanan pencemaran yang ditandai oleh peningkatan BOD dan COD pada bagian *midstream*, penurunan DO, serta pH yang relatif stabil pada seluruh stasiun pengamatan. Berdasarkan Indeks Pencemaran, stasiun 1 (*upstream*) memiliki nilai IP sebesar 1,70 dan termasuk kategori tercemar ringan, sedangkan stasiun 2 (*midstream*) dan stasiun 3 (*downstream*) masing-masing memiliki nilai IP sebesar 6,16 dan 5,74 sehingga termasuk kategori tercemar sedang. Secara keseluruhan, status mutu air Sungai Sumbersuko menunjukkan kondisi tercemar ringan pada bagian hulu dan meningkat menjadi tercemar sedang pada bagian tengah hingga hilir, sehingga pengendalian sumber pencemar dari aktivitas antropogenik di

sepanjang aliran sungai diperlukan untuk mendukung pemulihan kualitas air sesuai baku mutu yang berlaku.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih saya sampaikan kepada Dr. Budi Prasetyo, M.Si atas bimbingan dan arahannya untuk penulisan artikel ini. Terima kasih juga disampaikan kepada Kepala Laboratorium Internal, PT. Hakiki Donarta, Desa Sumbersuko, Kec. Gempol, Pasuruan, Jawa Timur yang telah memberi izin dan memfasilitasi penggunaan laboratorium selama riset berlangsung hingga selesai. Peneliti juga sampaikan terima kasih kepada teman seperjuangan yang telah membantu dan berkontribusi dalam proses pengambilan data hingga selesainya penelitian ini.

Referensi

Adam, M. A., Khumaidi, A., Ramli, Ernawati, Widiastuti, I. M., Risjani, Y., & Soegianto, A. (2022). Environmental quality identification of Wangi River polluted by waste based on the environmental pollution index. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1062*(1), 012031. https://doi.org/10.1088/1755-1315/1062/1/012031.

Arby, R. R., Winardi, D. N., Sudarno. (2015). Studi Kemampuan Self Purification pada Sungai Progo Ditinjau dari Parameter Organik DO dan BOD (Point Source: Limbah Sentra Tahu Desa Tuksono, Kecamatan Sentolo, Kabupaten Kulon Progo, Provinsi D.I. Yogyakarta). *Jurnal Teknik Lingkungan. 4*(3). 1-15.

Dhruba, A. R., Alam, K. N., Khan, M. S., & Saha, S. (2022). IoT-Based Water Quality Assessment System for Industrial Waste Water. *Journal of Healthcare Engineering*, 2022(1):1-13. DOI:10.1155/2022/3769965.

Ding, Y., Rong, N., & Shan, B. (2016). Impact of extreme oxygen consumption by pollutants on macroinvertebrate assemblages in plain rivers of the Ziya River Basin, north China. *Environmental Science and Pollution Research, 23*(14), 14147–14156. https://doi.org/10.1007/s11356-016-6404-z.

Ekka, A., Pande, S., Jiang, Y., & van der Zaag, P. (2020). Anthropogenic modifications and river ecosystem services: A landscape perspective. *Water, 12*(10), 2706. https://doi.org/10.3390/w12102706

Fachrudin, S., & Rismawati, R. (2026). Assessment of anthropogenic impacts on river water quality in Palopo City Indonesia using physicochemical parameters and pollution indices. *Discover Environment, 4*, 214. https://doi.org/10.1007/s44274-026-00721-4.

Hamdhani, H., Eppehimer, D. E., Quanrud, D. M., & Bogan, M. T. (2023). Seasonal and longitudinal water quality dynamics in three effluent-dependent rivers in Arizona. *PeerJ, 11*, e15069. https://doi.org/10.7717/peerj.15069

Hamid, A., Bhat, S. U., & Jehangir, A. (2020). Local determinants influencing stream water quality. *Applied Water Science, 10*, 24. https://doi.org/10.1007/s13201-019-1043-4

Harahap, A. (2022). Analysis of water quality from bio-physical-chemical factors using the Pollution Index method. *Annals of Forest Research, 65*(1), 1513–1528. https://pascasarjana.ulb.ac.id/wp-content/uploads/2022/11/Scopus-Q-2_Arman-Harahap.pdf

Irawan, S. K. J., & Hariwibowo, R. (2025). Evaluasi Kualitas Air Berdasarkan Variasi Tata Guna Lahan Sungai Coban Hulu Kabupaten Pasuruan. *Jurnal Teknologi dan Rekayasa Sumber Daya Air*, *5*(1), 639-646. https://doi.org/10.21776/ub.jtresda.2025.005.01.060

Jannah, M. R., & Haribawono, R. (2025). Analisa Kualitas Air Menggunakan Metode Indeks Pencemaran Dan WQI Di Sungai Pilang, Pasuruan, Jawa Timur. *Jurnal Teknologi dan Rekayasa Sumber daya air*, 5(1), 647-654. https://doi.org/10.21776/ub.jtresda.2025.005.01.061.

Jaiswal, D., & Pandey, J. (2019). Anthropogenically enhanced sediment oxygen demand creates mosaic of oxygen deficient zones in the Ganga River: Implications for river health. *Ecotoxicology and Environmental Safety, 171*, 709–720. https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2019.01.039

Juwana, K., Pati, K., Samuel, E., Hasibuan, F., & Supriyantini, E. (2021). Pengukuran Parameter Bahan Organik di Perairan Sungai Silugonggo, Pati. *Buletin Oceanografi Marina, 10*(3), 299–306. https://doi.org/10.14710/buloma.v10i3.32345

Kurnianto, A., Oktorina, S., Munfarida, I., & Setyowati, R. D. N. (2024). Assessment of water quality parameters and their environmental implications. *International Journal of Environmental, Sustainability, and Social Science, 5*(6), 1592-1600. DOI:10.38142/ijesss.v5i6.1242

Li, D., Liang, L., Dong, Q., Wang, R., Xu, T., Qu, L., Wu, Z., Lyu, B., Liu, S., & Chen, Q. (2023). Significant dynamic disturbance of water environment quality in urban rivers flowing through industrial areas. *Water, 15*(20), 3640. https://doi.org/10.3390/w15203640

Lucero, H.R., Victoriano, J. M., Lucero, H., & Vinluan, A. A. (2018). Predicting Pollution Level Using Random Forest: A Case Study of Marilao River in Bulacan Province, Philippines. *Conference: 1st International Conference and Exhibition on Technologies, Governance and Partnership for Climate Change Adaptation (CCA) and Disaster Risk reduction Management (DRRM)* At: Isabela State University, Cauayan City Isabela, Philippines DOI:10.25147/ijcsr.2017.001.1.30

Marselina, M., Rahmi, N. A., & Nurhayati, S. A. (2025). The water quality of the Upper Citarum: Applying the overall index of pollution, Said-WQI, and pollution index methods. *Heliyon, 11*(2), e41690. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2025.e41690

Martinus, Y., Astono, W., & Hendrawan, D. (2018). Water quality study of Sunter River in Jakarta, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 106*, 012022. https://doi.org/10.1088/1755-1315/106/1/012022

Masykur, H. Z., Amin, B., Jasril, J., & Siregar, S. H. (2018). Analisis Status Mutu Air Sungai Berdasarkan Metode STORET Sebagai Pengendalian Kualitas Lingkungan (Studi Kasus : Dua Aliran Sungai di Kecamatan Tembilahan Hulu, Kabupaten Indragiri Hilir, Riau). *Dinamika Lingkungan Indonesia, 5*(2), 84. DOI:10.31258/dli.5.2.p.84-96

Meilana, Y. K., & Dagsy, I. R. G. (2025). Studi Kualitas Air Sungai Kalilo, Banyuwangi: Analisis Biological Oxygen Demand (BOD) dan Implikasinya terhadap Ekosistem. *Jurnal Biosense, 8*(3), 428-437. DOI:10.36526/biosense.v8i3.5257.

Napitupulu, R. T., & Putra, M. H. S. (2024). Pengaruh BOD, COD dan DO terhadap Lingkungan dalam Penentuan Kualitas Air Bersih di Sungai Pesanggrahan. *CIVeng Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan 5*(2), 79-82. DOI:10.30595/civeng.v5i2.17878

Nascimento, J. R., dos Santos, J. F., Pinha, G. D., de Barros Cabral, J., & Simões, N. R. (2025). Influence of aquatic biodiversity on the self-purification of tropical rivers. *Ecological Engineering, 212*, 107540. https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2025.107540.

Novianta, M. A., Syafrudin, & Warsito, B. (2024). Multiple linear regression modeling for analysis of factors affecting COD and BOD on river water quality in Yogyakarta, Indonesia. *E3S Web of Conferences, 517*, 16001. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202451716001.

Nurrohman, A. W., Widyastuti, M., & Suprayogi, S. (2019). Evaluasi kualitas air menggunakan indeks pencemaran di DAS Cimanuk, Indonesia. *Ecotrophic, 13*(1), 74–84. DOI: 10.24843/EJES.2019.v13.i01.p08

Obianyo, J. I., Ohazurike, E. E., Onyeike, O. O., Ije, I., Eboh, S., & Nwobia, L. I. (2022). A Study of Self-purification Capacity of Anyim Stream. *Niger. J. Technol.,* 41(2), 359–364. doi: 10.4314/njt.v41i2.17.

Opperman, J. J., Orr, S., Baleta, H., Garrick, D. E., Goichot, M., McCoy, A., Morgan, A. J., Schmitt, R. J. P., Turley, L., & Vermeulen, A. (2020). Achieving water security's full goals through better integration of rivers' diverse and distinct values. *Water Security, 10*, 100063. https://doi.org/10.1016/j.wasec.2020.100063

Pratama, M. A., Immanuel, Y. D., & Marthanty, D. R. (2020). A multivariate and spatiotemporal analysis of water quality in Code River, Indonesia. *The Scientific World Journal,* 8897029. https://doi.org/10.1155/2020/8897029

Pratiwi, D., Sumiarsa, D., Oktavia, D., & Sunardi, S. (2023). Water quality influences self-purification in the Cihawuk and Majalaya segments *upstream* of the Citarum River, West Java, Indonesia. *Water, 15*(16), 2998. https://doi.org/10.3390/w15162998

Pujar, P. M., Kenchannavar, H. H., Kulkarni, R. M., & Kulkarni, U. P. (2020). Real - time water quality monitoring through Internet of Things and ANOVA - based analysis : a case study on river Krishna. *Applied Water Science, 10*(1), 1–16. https://doi.org/10.1007/s13201-019-1111-9.

Santy, S., Mujumdar, P., & Bala, G. (2020). Potential impacts of climate and land use change on the water quality of Ganga River around the industrialized Kanpur region. *Scientific Reports, 10*, 9107. https://doi.org/10.1038/s41598-020-66171-x

Sudarso, J., Ibrahim, A., Sugiarti, S., Riani, E., Mayaningtyas, P., Yamin, M., … Utami, R. R. (2025). Rapid assessment implementation in the development of biocriteria and organic enrichment evaluation in the Citarum River, Indonesia. *International Journal of Environmental Studies*, *82*(2), 871–890. https://doi.org/10.1080/00207233.2024.2409044

Sutrisno, Rukmini, Amin, R., Nasirudin, & Silviani. (2025). Analisis Kualitas Air Dan Pengendalian Pencemaran Sungai Bangkok Di Kecamatan Gempol Kabupaten Pasuruan Jawa Timur. *e-Jurnal Sumber Daya dan Lingkungan*, 14(1), 1-14.

Tugiyono, T., Setiawan, A., Suharso, S., Risgiyanto, A., Huda, M. N., & Hadi, S. (2023). Evaluation of the water quality status and pollution load carrying capacity of Way Umpu River, Way Kanan District, Lampung Province, Indonesia, based on land use. *International Journal of Ecology,* 2689879. 10 p. https://doi.org/10.1155/2023/2689879.

Viniegra, I. M. E., Saldana-Vazquez, R. A., & Perez-Garcia, T. (2021). *The Cost of Pollution in the Upper Atoyac River Basin: A Systematic Review*. 1-17. DOI:10.48550/arXiv.2103.00095 https://arxiv.org/abs/2103.00095

Wahyuningsih, S., Dharmawan, A., & Novita, E. (2020). Purifikasi Alami Sungai Bedadung Hilir Menggunakan Pemodelan. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia, 19*(2), 95-102. DOI:10.14710/jkli.19.2.95-102.

World Health Organization (WHO). (2023). *Drinking-water*. https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water