Mantis Journal of Fisheries
Volume 3, Issue 2, Agustus 2026: 74-82
https://online-journal.unja.ac.id/manthis
ISSN: 3063-8887

Analisis Kualitas Air Berdasarkan Parameter Kimia di Sungai Klawing, Purbalingga

Water Quality Analysis Based on Chemical Parameters in the Klawing River, Purbalingga

Fidia Indah Rizkiana[1], Sahda Salsabila[1*], Teuku Junaidi[1], I Gede Suweda Anggana Putera[1], Indah Karunia Putri[1], Talitha Putri Windiarta[1], Taufik Budhi Pramono[2], Sawitania Christiany Dwi Utami Boru Situmorang[3], Saprudin[4], Ainun Rohmawati Bareta[5]

[1]Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, FakultasPerikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Jenderal Soedirman, Jl. Profesor DR. HR Boenyamin No.708, Dukuhbandong, Grendeng, Purwokerto Utara, Banyumas, Jawa Tengah,53122, Indonesia
[2]Program Studi Akuakultur, FakultasPerikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Jenderal Soedirman, Jl. Profesor DR. HR Boenyamin No.708, Dukuhbandong, Grendeng, Purwokerto Utara, Banyumas, Jawa Tengah,53122, Indonesia
[3]Program Studi Agribisnis, Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman Purwokerto Jl. Dr Soeparno No. 63 Karang Bawang, Grendeng, Kec. Purwokerto Utara, Kabupaten Banyumas, Jawa Tengah 53122, Indonesia
[4] Balai Riset Perikanan Budidaya Air Tawar dan Penyuluhan Perikanan Badan Penyuluhan dan Sumberdaya Manusia Kelautan dan Perikanan Kementrian Kelautan dan Perikanan
[5]Program Studi Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan, Fakultas Peternakan, Universitas Jambi, Jl. Jambi –Muara Bulian KM15 Mendalo Darat, Jambi, 36361, Indonesia

Received: April 4th 2026/Accepted: August 31th 2026
*Corresponding author: sahda.salsabila@unsoed.ac.id
DOI: 10.22437/32fa4j93

ABSTRAK

Sungai Klawing merupakan sumber daya perairan penting di Kabupaten Purbalingga yang dimanfaatkan untuk perikanan, pertanian, penambangan, dan kebutuhan domestik. Aktivitas tersebut berpotensi meningkatkan tekanan antropogenik dan memengaruhi kualitas air. Penelitian ini bertujuan menganalisis kualitas air Sungai Klawing berdasarkan parameter pH, *dissolved oxygen* (DO), dan CO_2 bebas serta mengevaluasi kesesuaiannya dengan baku mutu. Penelitian menggunakan metode deskriptif kuantitatif dengan *purposive sampling* pada sembilan titik yang mewakili segmen hulu, tengah, dan hilir, masing-masing tiga titik. Pengambilan sampel dilakukan pada bulan Desember 2025. Data dianalisis secara deskriptif dan spasial serta dibandingkan dengan baku mutu dan kisaran ekologis yang relevan. Hasil penelitian menunjukkan pH berkisar 7,47–7,81, DO 5,6–8,0 mg/L, dan CO_2 bebas 5,28–17,60 mg/L. pH relatif stabil, sedangkan DO cenderung menurun dan CO_2 bebas meningkat menuju hilir, menunjukkan peningkatan tekanan lingkungan secara spasial. Nilai pH dan DO masih memenuhi baku mutu kelas II, sedangkan CO_2 bebas berada dalam kisaran yang dapat ditoleransi secara ekologis. Pemantauan berkala dan pengendalian sumber pencemar perlu diprioritaskan pada segmen tengah dan hilir untuk mempertahankan kualitas air Sungai Klawing.
Kata Kunci: CO_2 bebas, DO, kualitas air, pH, Sungai Klawing

ABSTRACT

The Klawing River is an important aquatic resource in Purbalingga Regency and is utilized for fisheries, agriculture, mining, and domestic activities. These activities may increase anthropogenic pressure and affect water quality. This study aimed to analyze the water quality of the Klawing River based on pH, dissolved oxygen (DO), and free CO_2 parameters and evaluate their compliance with applicable water quality standards. A quantitative descriptive method was employed using purposive sampling at nine sampling points representing the upstream, midstream, and downstream segments, with three points in each segment. Sampling was conducted in December 2025. Data were analyzed descriptively and spatially and compared with relevant water quality standards and ecological ranges. The results showed that pH ranged from 7.47 to 7.81, DO from 5.6 to 8.0 mg/L, and free CO_2 from 5.28 to 17.60 mg/L. The pH values remained relatively stable, while DO tended to decrease and free CO_2 increased toward the downstream segment, indicating increasing spatial environmental pressure. The pH and DO values still complied with Class II water quality standards, while free CO_2 remained within an ecologically tolerable range. Regular monitoring and pollution-source control should be prioritized in the midstream and downstream segments to maintain the water quality of the Klawing River.

Keywords: DO, free CO_2, Klawin River, pH, water quality

Mantis Journal of Fisheries Universitas Jambi
is licensed under a Creative Commons
Attribution 4.0 International License.

PENDAHULUAN

Sungai merupakan komponen penting dalam sistem hidrologi yang menyediakan sumber air bagi berbagai kebutuhan manusia sekaligus berfungsi sebagai habitat bagi organisme akuatik. Pemanfaatan sungai untuk kegiatan domestik, pertanian, perikanan, industri, dan aktivitas ekonomi lainnya dapat meningkatkan tekanan terhadap kondisi ekologis perairan apabila masukan bahan pencemar tidak dikelola dengan baik. Limbah domestik, pertanian, dan industri yang masuk ke badan air dapat mengubah karakteristik fisika dan kimia perairan serta memengaruhi kemampuan ekosistem dalam mempertahankan fungsi ekologisnya (Nurbaya et al., 2024; Kurniawan et al., 2024). Pemantauan kualitas air secara berkala diperlukan untuk mendeteksi perubahan kondisi perairan dan menyediakan informasi yang dapat digunakan dalam pengelolaan sumber daya air.

Sungai Klawing merupakan salah satu sungai penting di Kabupaten Purbalingga yang dimanfaatkan untuk kegiatan perikanan, pertanian, penambangan, dan kebutuhan domestik. Karakteristik pemanfaatan lahan di sepanjang sungai menunjukkan adanya gradien aktivitas dari hulu hingga hilir. Suryaningsih et al. (2018) menunjukkan bahwa bagian hulu Sungai Klawing didominasi oleh kawasan hutan sekunder dan pertanian, sedangkan bagian tengah dan hilir semakin dipengaruhi oleh permukiman, pertanian, dan aktivitas penambangan pasir. Perbedaan penggunaan lahan tersebut berpotensi menghasilkan tekanan lingkungan yang berbeda pada setiap segmen sungai. Studi yang lebih baru juga menunjukkan adanya indikasi penurunan kualitas air Sungai Klawing, dengan konsentrasi DO dilaporkan sebesar 1,15–1,70 mg/L dan COD sebesar 36,4–60,2 mg/L; berdasarkan *Pollution Index* kondisi perairan dikategorikan tercemar ringan, sedangkan metode STORET mengindikasikan pencemaran sedang (Fajriyah et al., 2026). Temuan tersebut menunjukkan bahwa kualitas air Sungai Klawing dapat mengalami tekanan dan perubahan sehingga data kondisi terkini pada berbagai segmen sungai tetap diperlukan.

Penilaian kondisi kimia perairan umumnya menggunakan parameter seperti pH dan oksigen terlarut (*dissolved oxygen*/DO). pH menggambarkan kondisi asam-basa perairan yang berpengaruh terhadap berbagai proses kimia dan biologis, sedangkan DO mencerminkan ketersediaan oksigen untuk respirasi organisme serta keseimbangan antara produksi dan konsumsi oksigen di dalam perairan (Dewangan et al., 2023; Telaumbanua, 2025). Meskipun kedua parameter tersebut telah banyak digunakan, interpretasi kualitas perairan dapat diperkuat dengan memasukkan karbon dioksida bebas (CO_2 bebas). CO_2 terlarut merupakan salah satu komponen karbon anorganik terlarut (*dissolved inorganic carbon*/DIC) yang dinamikanya dipengaruhi oleh respirasi, fotosintesis, pertukaran gas dengan atmosfer, masukan terestrial, dan kesetimbangan karbonat. Perubahan CO_2 juga berkaitan dengan sistem penyangga karbonat dan pH sehingga pengukurannya dapat memberikan informasi tambahan mengenai dinamika kimia karbon yang tidak sepenuhnya tergambarkan hanya melalui pH dan DO (Shangguan et al., 2025).

Nilai tambah pengukuran CO_2 bebas menjadi lebih relevan ketika diinterpretasikan bersama dengan DO. Dinamika kedua gas tersebut berkaitan dengan proses metabolisme dan pengolahan bahan organik dalam ekosistem perairan, meskipun pada sungai konsentrasinya juga dipengaruhi oleh proses fisik seperti pertukaran gas dan masukan air tanah. Rocher-Ros et al. (2025) menunjukkan bahwa pengamatan CO_2 dan O_2 secara bersamaan dapat memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai proses yang berlangsung sepanjang kontinuum sungai dibandingkan interpretasi salah satu parameter secara terpisah. Dengan demikian, CO_2 bebas dalam penelitian ini tidak diposisikan sebagai indikator pencemaran tunggal, tetapi sebagai parameter kimia komplementer yang dapat membantu menjelaskan perubahan kondisi perairan bersama dengan DO dan pH. Pendekatan tersebut memberikan dasar ilmiah yang lebih kuat bagi penggunaan CO_2 bebas dalam evaluasi kualitas air Sungai Klawing.

Penelitian terdahulu di Sungai Klawing telah menyediakan informasi penting, tetapi memiliki tujuan dan cakupan yang berbeda dengan penelitian ini. Suryaningsih et al. (2018) melakukan pengamatan pada sembilan lokasi dari hulu hingga hilir serta mencatat pH, oksigen, dan CO_2, tetapi parameter tersebut digunakan terutama untuk menjelaskan karakteristik habitat dan distribusi longitudinal

komunitas ikan, dengan data lapangan yang dikumpulkan pada tahun 2016. Selanjutnya, Saprudin et al. (2022) mengkaji keanekaragaman ikan pada bagian tengah Sungai Klawing dan melaporkan pH sekitar 7,81–8,22 serta DO 7,6–8,5 mg/L, sehingga penelitian tersebut tidak dirancang untuk mengevaluasi perubahan kualitas air secara longitudinal dari hulu hingga hilir. Sementara itu, Fajriyah et al. (2026) telah mengevaluasi kualitas air pada tiga lokasi menggunakan suhu, TDS, pH, DO, BOD, dan COD serta metode *Pollution Index* dan STORET, tetapi tidak memasukkan CO_2 bebas sebagai komponen evaluasi kimia karbon. Dengan demikian, kesenjangan penelitian bukan terletak pada belum pernah digunakannya pH, DO, atau CO_2 bebas di Sungai Klawing, tetapi pada masih terbatasnya penilaian terkini yang secara khusus menginterpretasikan ketiga parameter tersebut secara terpadu untuk menggambarkan perubahan kondisi kimia perairan pada gradien hulu–tengah–hilir serta mengaitkannya dengan evaluasi kualitas air berdasarkan kerangka baku mutu yang berlaku.

Berdasarkan kesenjangan tersebut, kebaruan penelitian ini terletak pada pembaruan informasi kondisi kimia Sungai Klawing tahun 2025 melalui pengamatan longitudinal pada sembilan titik yang tersebar pada segmen hulu, tengah, dan hilir, serta pada interpretasi terpadu pH, DO, dan CO_2 bebas untuk mengidentifikasi pola spasial kondisi perairan. Penggunaan CO_2 bebas memberikan dimensi tambahan dalam mengevaluasi dinamika kimia karbon dan melengkapi informasi yang diperoleh dari pH dan DO, sehingga kontribusi penelitian tidak didasarkan pada kebaruan parameter secara individual, tetapi pada integrasi dan interpretasinya dalam konteks perubahan spasial kualitas air Sungai Klawing. Informasi tersebut diharapkan dapat memperbarui basis data kualitas perairan sekaligus membantu mengidentifikasi segmen sungai yang memerlukan perhatian lebih besar dalam pemantauan dan pengendalian sumber pencemar.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis variasi spasial pH, DO, dan CO_2 bebas pada segmen hulu, tengah, dan hilir Sungai Klawing; mengevaluasi kesesuaian pH dan DO dengan baku mutu air kelas II berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 serta CO_2 bebas berdasarkan kisaran ekologis yang relevan; dan mengidentifikasi pola perubahan kondisi kimia perairan sepanjang aliran sebagai dasar penentuan prioritas pemantauan dan pengelolaan kualitas air Sungai Klawing.

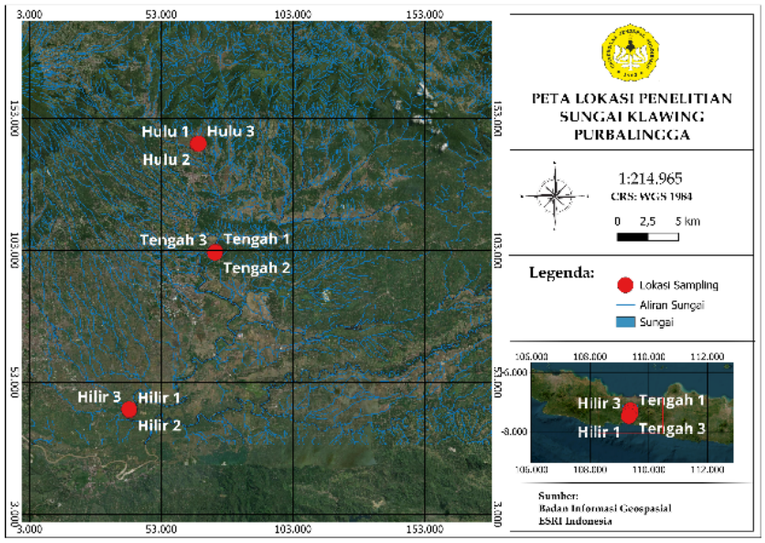
METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada 23 Desember 2025 di Sungai Klawing, Kabupaten Purbalingga, Jawa Tengah, yang dibagi menjadi tiga segmen, yaitu hulu, tengah, dan hilir. Segmen hulu berada di Desa Banjarsari dan Palumbungan, segmen tengah di Desa Karangturi dan Bojongsari, serta segmen hilir di Desa Kedungbenda. Lokasi pengambilan sampel dapat dilihat pada Gambar 1. Setiap segmen terdiri atas tiga titik pengamatan, sehingga total terdapat sembilan titik sampling. Karakteristik dan titik koordinat lokasi dapat dilihat dalam **Tabel 1**. Pengambilan sampel dilakukan secara langsung di lapangan, sedangkan pengukuran parameter pH dilakukan di Laboratorium Produktivitas Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Jenderal Soedirman.

Tabel 1. Titik koordinat dan karakteristik lokasi

Stasiun	Karakteristik lokasi	Latitude	Longitude
Hulu 1	Bagian Hulu,	-7.282354°	109.371771°
Hulu 2	aktivitas manusia	-7.282266°	109.372192°
Hulu 3	relatif rendah	-7.28211°	109.372758°
Tengah 1	Adanya bendungan	-7.360383°	109.385031°
Tengah 2	atau alih fungsi	-7.360753°	109.384824°
Tengah 3	lahan	-7.361181°	109.384646°
Hilir 1	Bagian hilir atau	-7.475522°	109.322008°
Hilir 2	setelah sumber	-7.475034°	109.321919°
Hilir 3	pencemar	-7.474752°	109.321755°



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Pengambilan dan Uji Sampel Air

Metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif dengan teknik pengambilan sampel *purposive sampling*, yaitu penentuan lokasi sampling berdasarkan pertimbangan kondisi lingkungan dan potensi sumber pencemar. Teknik tersebut dipilih karena titik pengambilan sampel ditentukan berdasarkan karakteristik lingkungan dan potensi sumber pencemar yang relevan dengan tujuan penelitian. Pemilihan lokasi mempertimbangkan perbedaan penggunaan lahan, aktivitas domestik atau pertanian, serta kondisi aliran sungai. Pengambilan sampel dilakukan satu kali dengan tiga titik di setiap bagian sungai.

Parameter yang dianalisis meliputi pH, oksigen terlarut (*dissolved oxygen*/DO), dan karbon dioksida bebas (CO_2 bebas). Pengukuran pH dilakukan menggunakan pH meter yang telah dikalibrasi, elektroda dibilas dengan akuades dan keringkan secara perlahan, kemudian elektroda dicelupkan ke dalam sampel hingga nilai stabil dan dicatat. Nilai pH dinyatakan tanpa satuan.

Pengukuran DO dilakukan menggunakan metode Winkler melalui proses fiksasi oksigen menggunakan larutan $MnSO_4$ dan KOH-KI, diikuti penambahan H_2SO_4 untuk melarutkan endapan dan membebaskan iodin. Larutan kemudian dititrasi menggunakan $Na_2S_2O_3$ dengan indikator amilum hingga titik akhir titrasi. Larutan natrium tiosulfat distandarisasi terlebih dahulu menggunakan larutan standar primer. Standarisasi dilakukan untuk memperoleh normaitas aktual titran. Nilai normalitas aktual yang digunakan dalam perhitungan konsentrasi oksigen terlarut. Larutan natrium tiosulfat dibuat dengan konsentrasi 0,025 N. Konsentrasi DO dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\text{DO} = \frac{1000 \times p \times q \times 8}{100}$$

Keterangan:

p = volume larutan $Na_2S_2O_3$ (0,025 N)

q = normalitas larutan

8 = bobot setara larutan

Faktor 8 digunakan untuk konversi menjadi mg/L.

Pengukuran CO_2 bebas dilakukan menggunakan metode titrasi alkalimetri. Sebanyak 100 mL sampel air dititrasi dengan larutan Na_2CO_3 0,01 N menggunakan indikator fenolftalein hingga terjadi perubahan warna menjadi merah muda sebagai titik akhir. Konsentrasi CO_2 bebas dihitung menggunakan persamaan:

$$CO_2 \text{ bebas} = \frac{1000 \times p \times q \times 22}{100}$$

Keterangan:

p = volume larutan Na_2CO_3 (0,02 N)

q = normalitas larutan

8 = bobot setara larutan

Faktor 22 digunakan untuk konversi menjadi mg/L.

Analisis Data

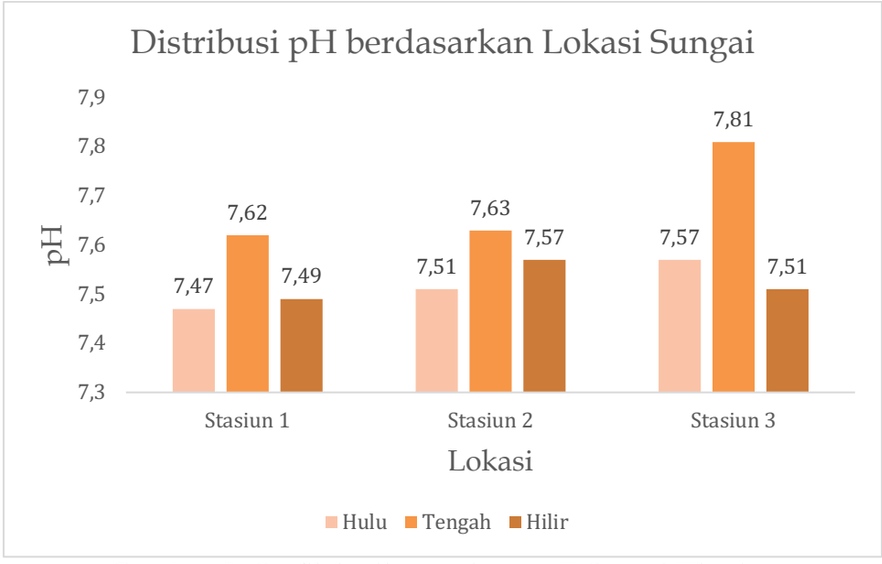
Model Data hasil pengukuran dianalisis secara deskriptif kuantitatif untuk menggambarkan kondisi kualitas air pada masing-masing segmen sungai. Nilai pH dan DO dibandingkan dengan baku mutu kualitas air berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 (Lampiran VI), sedangkan nilai

CO_2 bebas dibandingkan dengan kisaran nilai ekologis berdasarkan literatur ilmiah. Hasil analisis disajikan dalam bentuk tabel dan grafik untuk mempermudah interpretasi serta mengidentifikasi pola distribusi kualitas air secara spasial dari hulu hingga hilir.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran parameter kimia di Sungai Klawing menunjukkan adanya variasi nilai pada setiap segmen sungai, yaitu hulu, tengah, dan hilir. Parameter yang dianalisis meliputi pH, oksigen terlarut (DO), dan karbon dioksida bebas (CO_2 bebas), yang secara umum mencerminkan kondisi kualitas air dan dinamika ekosistem perairan.

pH



Gambar 2. Grafik hasil pengukuran pH Sungai Klawing

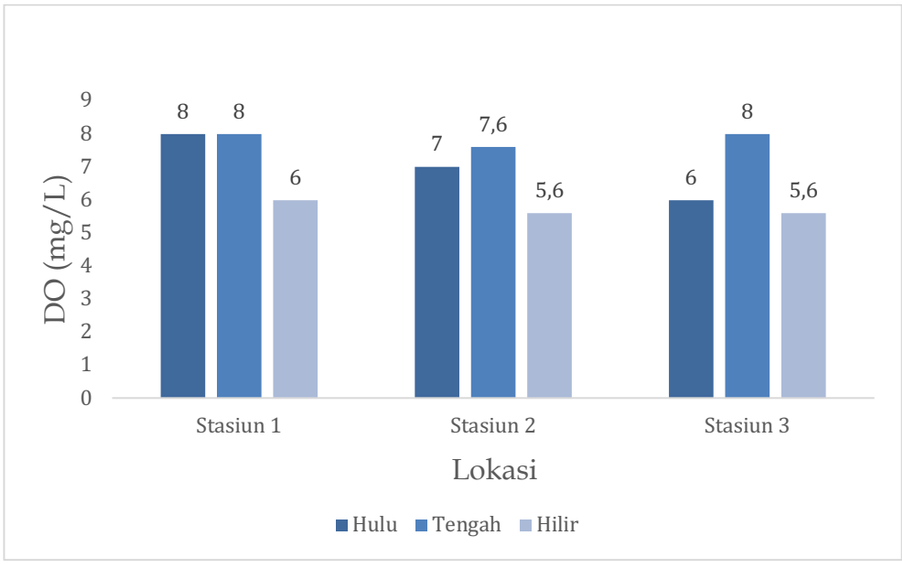
Nilai pH Sungai Klawing berkisar antara 7,47–7,81 yang menunjukkan kondisi perairan relatif netral hingga sedikit basa. Pada bagian hulu, pH cenderung stabil dengan variasi yang kecil, mengindikasikan kondisi perairan yang masih minim tekanan aktivitas manusia. Pada bagian tengah, terjadi peningkatan pH yang diduga berkaitan dengan aktivitas antropogenik dan perubahan penggunaan lahan yang mempengaruhi komposisi kimia air. Sementara itu, pada bagian hilir, nilai pH kembali sedikit menurun, namun masih berada dalam kisaran netral. Secara umum, nilai pH yang berada pada kisaran netral menunjukkan kondisi perairan yang masih mendukung kehidupan organisme akuatik serta kestabilan proses kimia dalam air (Dewangan et al., 2023).

Hasil ini sejalan dengan penelitian di Sungai Serayu yang melaporkan kisaran pH 6,18-7,51, dengan nilai tertinggi di hulu dan terendah di hilir. Menunjukkan tren penurunan dari hulu ke hilir (Fikriyya et al., 2024). Nilai pH Sungai Klawing pada penelitian ini berada dalam rentang yang serupa, yaitu mendekati netral hingga agak basa. Namun, nilai pH Sungai Klawing sedikit lebih tinggi dibandingkan bagian hilir Sungai Serayu. Pola perubahan pH dari hulu menuju hilir juga ditemukan pada Sungai Code, di mana pH menunjukkan kecenderungan menurun sepanjang aliran sungai dan perubahan kualitas air berkaitan dengan penggunaan lahan serta aktivitas antropogenik di sepanjang daerah aliran sungai (Pratama et al., 2020). Selain itu, aktivitas pertanian diketahui dapat memengaruhi karakteristik kimia perairan sungai. Penelitian pada sistem Sungai Cisadane menunjukkan adanya pengaruh kawasan pertanian intensif terhadap kualitas air, terutama melalui masukan nitrogen dan fosfor ke dalam sistem perairan (Lubada et al., 2018). Peningkatan pH di bagian tengah pada penelitian ini juga mengindikasikan adanya masukan ion bikarbonat dari aktivitas pertanian. Secara keseluruhan, seluruh nilai pH masih memenuhi baku mutu PP No. 22 Tahun 2021 Kelas II yaitu 6–9, sehingga kondisi perairan masih layak untuk kehidupan organisme akuatik dan proses biokimia di dalamnya.

Konsentrasi oksigen terlarut (DO) di Sungai Klawing berkisar antara 5,6–8,0 mg/L. Nilai DO tertinggi ditemukan pada bagian hulu dan tengah, sedangkan bagian

hilir menunjukkan nilai yang lebih rendah. Tingginya DO di bagian hulu berkaitan dengan karakteristik aliran yang lebih deras sehingga meningkatkan proses reaerasi, yaitu difusi oksigen dari udara ke dalam air. Proses reaerasi merupakan mekanisme penting dalam mempertahankan konsentrasi oksigen terlarut pada sungai, dan intensitasnya dipengaruhi oleh kondisi hidrodinamika aliran, termasuk karakteristik aliran dan turbulensi (Arora & Keshari, 2021). Pada bagian tengah, nilai DO tetap relatif tinggi yang diduga dipengaruhi oleh turbulensi aliran dan aktivitas fotosintesis organisme perairan. Sebaliknya, penurunan DO di bagian hilir mengindikasikan adanya peningkatan beban bahan organik yang menyebabkan konsumsi oksigen oleh mikroorganisme melalui proses dekomposisi (Telaumbanua, 2025). Masuknya bahan organik yang mudah terdegradasi ke dalam sungai dapat meningkatkan respirasi mikroorganisme dan selanjutnya menurunkan konsentrasi DO, terutama pada perairan dengan kemampuan reaerasi yang lebih rendah (Hutchins et al., 2020). Meskipun demikian, nilai DO yang diperoleh masih berada di atas ambang batas minimum baku mutu, sehingga masih mampu mendukung kehidupan biota akuatik.

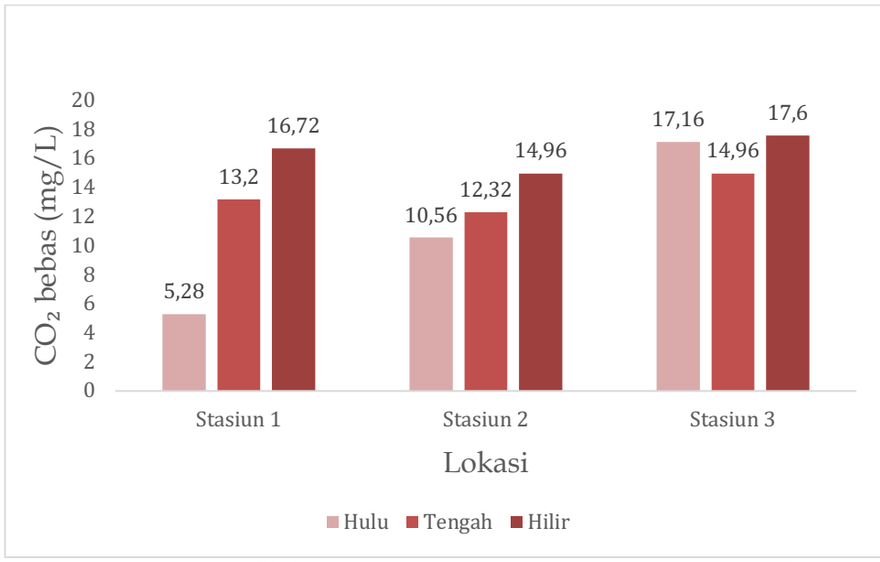
DO (*Dissolved Oxygen*)



Gambar 3. Grafik hasil pengukuran DO Sungai Klawing

Pola penurunan DO ke arah hilir ini konsisten dengan hasil penelitian di Sungai Citarum yang mencatat DO berkisar 1,37–3,18 mg/L di segmen hilir Kabupaten Karawang akibat dominasi limbah domestik dan industri (Kamila et al., 2024). Dibandingkan dengan penelitian tersebut, DO di Sungai Klawing masih dalam kondisi lebih baik. Nilai DO terendah di hilir Klawing yaitu 5,6 mg/L masih di atas baku mutu minimum 4 mg/L menurut PP No. 22 Tahun 2021. Penurunan DO di hilir juga mengindikasikan adanya proses respirasi dan dekomposisi bahan organik yang tinggi. Hal ini perlu menjadi perhatian karena jika beban organik terus meningkat, DO dapat turun di bawah ambang batas dan menyebabkan kematian biota akuatik, seperti yang terjadi pada beberapa segmen Sungai Citarum yang DO-nya sudah di bawah 4 mg/L.

CO_2 Bebas



Gambar 4. Grafik hasil pengukuran CO_2 Bebas Sungai Klawing

Konsentrasi CO_2 bebas di Sungai Klawing berkisar antara 5,28–17,60 mg/L dengan kecenderungan meningkat dari hulu ke hilir. Pada bagian hulu, kadar CO_2 bebas relatif rendah karena dominasi proses difusi gas ke atmosfer serta rendahnya akumulasi bahan organik. Pada bagian tengah, nilai CO_2 bebas meningkat akibat kombinasi proses respirasi organisme, dekomposisi bahan organik, serta masukan dari aktivitas sekitar. Pada bagian hilir, konsentrasi CO_2 bebas mencapai nilai tertinggi yang menunjukkan adanya akumulasi karbon terlarut sepanjang aliran sungai. Peningkatan CO_2 bebas ini berkaitan erat dengan aktivitas biologis dan antropogenik yang semakin intensif pada bagian hilir (Ginting et al., 2025).

Peningkatan CO_2 bebas ke arah hilir merupakan fenomena yang umum dilaporkan pada perairan sungai yang mengalami tekanan antropogenik, sebagaimana dijelaskan dalam prinsip limnologi bahwa dekomposisi bahan organik di segmen hilir menghasilkan akumulasi CO_2 sebagai produk akhir respirasi. Meskipun nilai CO_2 di Sungai Klawing lebih rendah, pola spasialnya sama yaitu mengalami akumulasi di hilir akibat aktivitas antropogenik. Peningkatan CO_2 ini berpotensi mempengaruhi sistem penyangga karbonat dalam air. Peningkatan CO_2 bebas akan membentuk asam karbonat sehingga dapat menurunkan pH jika tidak diimbangi oleh alkalinitas (Wetzel, 2001). Oleh karena itu, pemantauan CO_2 bebas penting dilakukan sebagai indikator awal adanya tekanan organik pada perairan.

Secara spasial, ketiga parameter menunjukkan pola yang konsisten, yaitu kualitas air yang relatif lebih baik pada bagian hulu dan cenderung menurun menuju hilir. Pola ini mencerminkan akumulasi beban pencemar sepanjang aliran sungai, sebagaimana juga dilaporkan pada penelitian sebelumnya di Sungai Klawing dan sungai lainnya (Saprudin et al., 2022). Aktivitas domestik, pertanian, dan pemanfaatan lainnya berkontribusi terhadap perubahan parameter kimia air, terutama pada segmen tengah dan hilir. Pratama et al. (2020) melaporkan adanya kecenderungan peningkatan beberapa parameter pencemar, termasuk TDS, nitrit, nitrat, dan Zn, dari bagian hulu menuju hilir Sungai Code, dengan aktivitas pertanian dan kawasan terbangun sebagai penggunaan lahan yang sensitif terhadap pencemaran air. Hasil penelitian pada Sungai Grenjeng juga menunjukkan bahwa aktivitas industri, peternakan, dan domestik berkontribusi terhadap penurunan kualitas air pada segmen sungai yang diamati, sehingga pengelolaan limbah dari berbagai aktivitas di sepanjang daerah aliran sungai menjadi penting untuk mempertahankan kualitas air (Widodo et al., 2019).

Berdasarkan data yang diperoleh, ketiga parameter menunjukkan pola keterkaitan secara spasial. Dari hulu ke hilir terjadi peningkatan CO_2 bebas yang beriringan dengan penurunan DO dan sedikit penurunan pH. Hubungan ini dapat dijelaskan melalui proses dekomposisi bahan organik di perairan. Meningkatnya beban organik di hilir menyebabkan aktivitas mikroorganisme meningkat. Proses ini mengkonsumsi oksigen terlarut sehingga DO menurun dan sekaligus menghasilkan CO_2 sebagai produk akhir respirasi sehingga konsentrasi CO_2 meningkat. Selanjutnya, peningkatan CO_2 bebas dalam air akan bereaksi membentuk asam karbonat H_2CO_3 yang berpotensi

menurunkan pH. Pola hubungan terbalik antara DO dengan CO_2 dan hubungan negatif antara CO_2 dengan pH ini merupakan mekanisme yang umum terjadi pada perairan sungai yang mengalami tekanan antropogenik di segmen hilir (Wetzel, 2001). Dengan demikian, perubahan pada satu parameter akan mempengaruhi parameter lainnya. Oleh karena itu, strategi pengelolaan kualitas air Sungai Klawing harus dilakukan secara integral dengan fokus pengendalian beban pencemar di segmen hilir.

Berdasarkan perbandingan dengan baku mutu kualitas air, nilai pH dan DO masih memenuhi standar yang ditetapkan, sedangkan CO_2 bebas berada dalam kisaran yang masih dapat ditoleransi secara ekologis. Hal ini menunjukkan bahwa kondisi Sungai Klawing secara umum masih tergolong baik, meskipun terdapat indikasi tekanan lingkungan yang meningkat pada bagian hilir. Hasil ini dapat menjadi dasar bagi pemerintah daerah untuk memprioritaskan pengelolaan di hilir Sungai Klawing.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi spasial pH, DO, dan CO_2 bebas di Sungai Klawing mencerminkan pengaruh aktivitas antropogenik yang meningkat dari hulu ke hilir. Pola penurunan DO dan peningkatan CO_2 bebas yang teramati mengindikasikan akumulasi beban organik di segmen hilir. Temuan ini memperkuat pemahaman bahwa perubahan penggunaan lahan dan intensitas aktivitas manusia di sepanjang aliran sungai menjadi faktor pengendali utama dinamika kualitas air, sehingga pemantauan CO_2 bebas dapat dijadikan indikator awal tekanan organik pada perairan sungai tropis. Meskipun secara umum Sungai Klawing masih memenuhi baku mutu air Kelas II menurut PP No. 22 Tahun 2021 dan dapat ditoleransi secara ekologis, segmen hilir memerlukan prioritas pengelolaan melalui pengendalian limbah domestik dan limpasan pertanian untuk mencegah penurunan kualitas air lebih lanjut.

SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, diperlukan pemantauan kualitas air Sungai Klawing secara berkala dan berkelanjutan, khususnya pada bagian tengah dan hilir yang memiliki intensitas aktivitas manusia lebih tinggi. Penelitian selanjutnya disarankan untuk menambahkan parameter kualitas air lainnya, seperti BOD, COD, TSS, nutrien (nitrat dan fosfat), serta parameter biologi, sehingga gambaran kondisi kualitas air Sungai Klawing dapat diperoleh secara lebih komprehensif.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada BLU Unsoed melalui Program Riset Kompetensi (RPK) tahun 2025 yang telah memberikan dukungan pendanaan, sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik. Dukungan tersebut menjadi kontribusi penting dalam menunjang proses pelaksanaan riset sekaligus meningkatkan kompetensi penulis dalam bidang penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

Arora, S., & Keshari, A. K 2021. Development of a Re-Aeration Equation for the Simulation of Dissolved Oxygen in Degraded Streams. Water and Environment Journal, 35(1), 97–106. https://doi.org/10.1111/wej.12607

Dewangan, S. K., Shrivastava, S., Tigga, V., Lakra, M., Namrata, & Preeti. 2023. Review Paper on the Role of pH in Water Quality Implications for Aquatic Life, Human Health, and Environmental Sustainability. International Advanced Research Journal in Science, Engineering and Technology, 10(6): 215–218. https://doi.org/10.17148/IARJSET.2023.10633

Fajriyah, A. N., Wafiroh, A. I., Surdianto, A. N., & Alfiana, A. F. 2026. Monitoring the Water Quality of the Klawing River in Purbalingga Regency Using the Pollution Index and Storet Methods. Applied Environmental Sustainability and Technology, 2(1). https://doi.org/10.24090/73705f36

Fikriyya, N., Firmansyah, F. A., Susanti, S. T., & Hidayati, N. V. 2024. Sebaran Kadar pH di Daerah Aliran Sungai Serayu. Jurnal Maiyah, 3(3): 190. https://doi.org/10.20884/1.maiyah.2024.3.3.13205

Ginting, D. J., Simarmata, A. H., & Sibagariang, R. D. 2025. Produktivitas Primer di Danau Daek Kecamatan Tambang Kabupaten Kampar Provinsi Riau berdasarkan Metode Oksigen. Jurnal Ilmu

Perairan (Aquatic Science), 13(2): 291–297.

Kamila, A., Sadidan, I., & Fauzie, A. K. 2024. Penilaian Status Mutu Air Sungai Citarum Menggunakan Metode Indeks Pencemaran di Kabupaten Karawang. Jurnal Kesehatan Lingkungan, 18(2): 84–91. https://doi.org/10.26630/rj.v18i2.4562

Kurniawan, J., Kamal, E., Razak, A., & Prarikeslan, W. 2024. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Beban Pencemaran Sungai di Indonesia Dilihat dari Sumber Pencemarannya. Gudang Jurnal Multidisiplin Ilmu, 2(12): 76–86. https://doi.org/10.59435/gjmi.v2i12.1113

Lubada, L. A., Yokota, K., Hartono, A., & Miyaura, R. 2018. Effects of Agriculture on the Water Quality of the Cisadane River System in West Java, Indonesia. Tropical Agriculture and Development, *62*(2), 94-103.

Nurbaya, F., Oktavia, Y. F., & Johar, S. A. 2024. Kualitas Air Sungai di Wilayah Kabupaten Jawa Tengah. Media Karya Kesehatan, 7(2): 268–287.

Hutchins, M. G., Harding, G., Jarvie, H. P., Marsh, T. J., Bowes, M. J., & Loewenthal, M. 2020. Intense Summer Floods May Induce Prolonged Increases in Benthic Respiration Rates of More Than One Year Leading to Low River Dissolved Oxygen. Journal of Hydrology X, 8, 100056. https://doi.org/10.1016/j.hydroa.2020.100056

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.

Pratama, M. A., Immanuel, Y. D., Marthanty, R. D. 2020. A Multivariate and Spatiotemporal Analysis of Water Quality in Code River, Indonesia. The Scientific World Journal, 2020, 8897029. https://doi.org/10.1155/2020/8897029

Rocher-Ros, G., Gomez-Gener, L., Jativa, C., Sponseller, R. A., Bernal, S., dan rekan-rekan. 2025. Emerging Patterns of CO_{22} Dynamics in Rivers and Their Link to Ecosystem Carbon Processing. Limnology and Oceanography Letters, 10(6): 835–850. https://doi.org/10.1002/lol2.70057

Saprudin, Soedibja, P. H. T., Hidayati, N. V., Pertiwi, R. P. C., & Sulistyo, I. 2022. Fish Diversity in the Middle Part of Klawing River, Purbalingga Regency, Central Java Province. Jurnal Maiyah, 1(4): 166–176.

Shangguan, Q., DeGrandpre, M.D., Hall Jr, R. O., Payn, R. A. 2025. Freshwater Carbonate Buffering Revisited. Limnology and Oceanography Letters. https://doi.org/10.1002/lol2.70047

Suryaningsih, S., Sukmaningrum, S., Simanjuntak, S. B. I., & Kusbiyanto. 2018. Diversity and Longitudinal Distribution of Freshwater Fish in Klawing River, Central Java, Indonesia. Biodiversitas, 19(1): 85–92. https://doi.org/10.13057/biodiv/d190114

Telaumbanua, M. 2025. Pengaruh Oksigen Terlarut (DO) dalam Budidaya Perairan. PERAUT: Jurnal Perikanan dan Kelautan, 2(1): 200–206.

Wetzel, R. G. 2001. Limnology: Lake and River Ecosystems. 3rd ed. Academic Press.

Widodo, T., Budiastuti, M. T. S., & Komariah. 2019. Water Quality and Pollution Index in Grenjeng River, Boyolali Regency, Indonesia. *Caraka Tani: Journal of Sustainable Agriculture*, 34(2).