

Plankton and Macrozoobenthos as Bioindicators of Water Quality in the Gendol River, Yogyakarta

Muhammad Arsyia Idris^{1*}, Pelangi Karen Langsa¹, Yoanita Amanda Treeza¹, Faisa Nisrina Zakiyatun Nabila¹, Christina Romauli Panggabean¹, Novia Fitri Andini¹, Rio Christy Handziko¹, Mualimin¹

¹Universitas Negeri Yogyakarta, Departemen Pendidikan Biologi, Yogyakarta, Indonesia;

Article History

Received : November 16th, 2025

Revised : November 23th, 2025

Accepted : December 17th, 2025

*Corresponding Author:

Muhammad Arsyia Idris,
Universitas Negeri Yogyakarta,
Yogyakarta, Indonesia;

Email:

muhammadarsya.2023@student.uny.ac.id

Abstract: The Gendol River, originating from the slopes of Mount Merapi, is one of the main freshwater sources in Yogyakarta and is increasingly affected by anthropogenic activities that may alter its water quality. This study aimed to assess the water quality of the Gendol River using an integrated analysis of physical, chemical, and biological parameters, with plankton and macrozoobenthos communities serving as bioindicators. Sampling was conducted at three stations representing upstream, midstream, and downstream sections using standard limnological methods. Physical and chemical parameters included temperature, turbidity, pH, dissolved oxygen, biochemical oxygen demand, and salinity, while biological parameters focused on the identification of plankton and macrozoobenthos. The results indicated a longitudinal decline in water quality from upstream to downstream, characterized by increasing organic load, reduced water clarity, and decreasing biological diversity. Changes in plankton composition and the dominance of tolerant macrozoobenthos taxa reflected varying levels of environmental disturbance along the river. These findings confirm that plankton and macrozoobenthos are effective bioindicators for evaluating ecological conditions in tropical freshwater systems and highlight the need for improved river management strategies, particularly in controlling anthropogenic pressures to maintain the ecological sustainability of the Gendol River.

Keywords: Gendol River, bioindicator, plankton, macrozoobenthos, water quality, Yogyakarta

Pendahuluan

Sungai merupakan salah satu komponen utama dalam ekosistem perairan darat yang berperan penting dalam menjaga keseimbangan ekologi serta menyediakan berbagai kebutuhan bagi makhluk hidup salah satunya sebagai habitat bagi berbagai organisme akuatik yang memiliki peran penting dalam rantai makanan dan siklus biogeokimia. Kondisi sungai digambarkan sebagai badan air yang biasanya tidak dalam, aliran umumnya satu arah, dasar sungai terdiri dari kerikil dan pasir, terdapat proses pengendapan atau erosi, suhu air bervariasi, bagian atas dan bawah cenderung serupa (Dimenta *et al.*, 2020). Pada ekosistem perairan,

kualitas air sangat dipengaruhi oleh faktor fisika, kimia, dan biologi yang saling berinteraksi secara dinamis sepanjang aliran sungai.

Sungai Gendol merupakan salah satu anak sungai dari Sungai Opak yang berhulu di lereng selatan Gunung Merapi dan mengalir melalui wilayah Kecamatan Cangkringan, Kabupaten Sleman, Yogyakarta. Sungai ini memiliki peranan penting sebagai sumber air untuk aktivitas pertanian, kebutuhan domestik, serta sebagai habitat bagi berbagai biota perairan. Kualitas air yang baik biasanya ditandai dengan tingginya variasi jenis makhluk hidup, sedangkan air yang buruk atau terkontaminasi memiliki sedikit variasi jenis, termasuk di dalamnya makrozoobentos. Penyebaran serta

keragaman makrozoobentos dapat menjadi indikator kualitas air sungai (Aulia *et al.*, 2020).

Sejumlah penelitian terbaru menunjukkan bahwa penilaian kualitas air sungai masih didominasi oleh penggunaan parameter fisika dan kimia, sementara pemanfaatan indikator biologis sering dilakukan secara terpisah dan belum terintegrasi secara optimal (Orozco, 2023). Beberapa studi hanya menggunakan plankton untuk menggambarkan tingkat kesuburan atau pencemaran perairan (Li *et al.*, 2021), sedangkan penelitian lain berfokus pada makrobentos sebagai indikator kondisi dasar sungai dan pencemaran organik. Pendekatan parsial tersebut berpotensi belum sepenuhnya merepresentasikan kondisi ekologis perairan secara menyeluruh, karena plankton dan makrobentos memiliki respons yang berbeda terhadap perubahan lingkungan. Oleh karena itu, penelitian ini memiliki kebaruan dengan mengintegrasikan parameter fisika, kimia, dan biologi, khususnya melalui analisis komunitas plankton dan makrobentos secara simultan, sehingga diharapkan mampu memberikan gambaran kualitas air sungai yang lebih utuh, sensitif, dan akurat dibandingkan penelitian-penelitian sebelumnya.

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menilai kualitas air Sungai Gendol di tiga zona utama hulu, tengah, dan hilir dengan menganalisis parameter fisika, kimia, dan biologi, serta menggunakan komunitas plankton dan makrobentos sebagai bioindikator kondisi ekologis perairan. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran menyeluruh mengenai status kualitas air Sungai Gendol dan menjadi dasar ilmiah dalam upaya pengelolaan serta konservasi sumber daya air secara berkelanjutan di wilayah lereng Gunung Merapi.

Bahan dan Metode

Waktu dan lokasi pengambilan data

Penelitian ini dilakukan pada bulan Agustus 2025 di Sungai Gendol, Kecamatan Kalasan, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Penelitian ini menerapkan rancangan penelitian observasional dengan pendekatan yang bersifat deskriptif. Desain ini dipilih karena penelitian bertujuan untuk

menggambarkan kondisi kualitas air sungai dan variasinya secara alami tanpa melakukan perlakuan atau manipulasi terhadap objek penelitian.

Pengambilan sampel dilakukan di tiga stasiun pengamatan yang mewakili kondisi aliran sungai secara longitudinal, yaitu bagian hulu, tengah, dan hilir. Penentuan lokasi tersebut bertujuan untuk mengidentifikasi variasi spasial kualitas air berdasarkan perbedaan tingkat aktivitas antropogenik serta kondisi lingkungan pada setiap segmen aliran sungai.

Alat dan Bahan

Alat yang dipakai terdiri dari *pH meter*, *DO meter* (Dissolved Oxygen Meter), *termometer air*, *turbidimeter*, *refraktometer*, *BOD-COD meter*, *plankton net*, *Ekman grab sampler*, *Secchi disk*, botol flakon, ember, saringan bentos, pipet tetes, gelas ukur, label, dan alat tulis. Bahan yang digunakan meliputi air sampel Sungai Gendol (hulu, tengah, dan hilir), formalin 4%, gliserin, dan aquades. Formalin digunakan sebagai bahan pengawet sampel plankton, sedangkan gliserin berfungsi menjaga kestabilan bentuk organisme di bawah mikroskop.

Prosedur Penelitian

Sampel air diambil menggunakan botol 1,5 liter yang telah dilabeli sesuai lokasi. Parameter fisika dan kimia yang diukur meliputi suhu, pH, kekeruhan, oksigen terlarut (DO), kebutuhan oksigen biokimia (BOD), dan salinitas. Pengukuran dilakukan secara *in situ* menggunakan *termometer air*, *pH meter*, *DO meter*, *turbidimeter*, dan *refraktometer* yang telah dikalibrasi. Sampel plankton dikumpulkan dengan *plankton net* (ukuran mata jaring 25 µm), kemudian sampel diawetkan menggunakan formalin 4% serta gliserin. Sementara itu, makrobentos diambil menggunakan *Ekman grab sampler*, disaring dengan saringan bentos, dan diawetkan dalam formalin. Semua sampel kemudian diidentifikasi di Laboratorium Biologi FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta menggunakan mikroskop cahaya dan kunci identifikasi standar. Data hasil pengukuran dianalisis secara deskriptif komparatif untuk mengetahui variasi spasial kualitas air antar stasiun. Hasil biologis (jenis plankton dan

makrobentos) digunakan sebagai bioindikator yang dibandingkan dengan nilai parameter fisik dan kimia berdasarkan standar kualitas air APHA (2017) dan PP No. 22 Tahun 2021.

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh perairan Sungai Gendol beserta organisme akuatik yang terdapat di dalamnya. Sampel penelitian berupa air sungai, plankton, dan makrobentos yang diambil dari tiga stasiun pengamatan (hulu, tengah, dan hilir) yang ditentukan secara *purposive sampling*. Pada setiap stasiun, pengambilan sampel plankton dilakukan sebanyak tiga kali ulangan, yaitu pada pagi, siang, dan sore hari, sehingga total sampel plankton yang dianalisis berjumlah 9 sampel (3 stasiun × 3 waktu pengambilan). Pengukuran parameter fisika dan kimia (temperatur, pH, tingkat kekeruhan, DO, BOD, dan salinitas) dilakukan tiga kali sehari (pagi, siang, dan sore) pada setiap stasiun, dengan total 9 kali pengukuran.

Pengambilan dan pengamatan makrobentos juga dilakukan dengan tiga kali pengulangan pada setiap stasiun (pagi, siang, dan sore), sehingga total sampel makrobentos yang dianalisis adalah 9 sampel. Dengan demikian, ruang lingkup penelitian ini mencakup variasi spasial antar stasiun dan variasi temporal harian, sehingga desain pengambilan sampel dinilai memadai untuk menggambarkan kondisi kualitas air Sungai Gendol dan respons biologis organisme akuatik.

Hasil dan Pembahasan

Pengambilan data Sungai Gendol dikelompokkan menjadi tiga bagian utama, yaitu bagian hulu, tengah, dan hilir. Pembagian ini membantu membandingkan perubahan kondisi air dari awal hingga akhir sungai. Konsep ini sering digunakan dalam studi sungai tropis yang memperhatikan zona-zona di sepanjang aliran air, seperti yang disebutkan oleh Thorp *et al.*, 2023

Bagian hulu terletak di bagian atas sungai dengan kondisi yang masih alami. Berdasarkan hasil pengamatan sungai Gendol di bagian hulu, air lebih jernih, dan berarus deras, Hasil pengukuran abiotik Sungai Gendol pada pagi hari menunjukkan kandungan oksigen terlarut yang tinggi. Perbedaan kualitas air antara bagian hulu, tengah dan hilir (Tabel 1 dan Tabel 2).

Interaksi antara faktor abiotik seperti pH, DO, BOD, suhu, dan kekeruhan sangat menentukan kehidupan organisme di dalam sungai. Parameter DO (Oksigen Terlarut) adalah indikator krusial keberlangsungan kehidupan akuatik karena oksigen diperlukan untuk respirasi organisme air dan dapat menurun tajam akibat polutan organik yang tinggi (Safitri, 2025). Nilai BOD adalah refleksi langsung dari beban organik dalam air, semakin tinggi BOD, semakin banyak oksigen yang dimanfaatkan oleh mikroba untuk menguraikan materi organik, sehingga kualitas air semakin buruk dan berpotensi merusak kehidupan organisme akuatik (Astuti *et al.*, 2025). Nilai oksigen terlarut (DO) tertinggi ditemukan dibagian hulu, sedangkan nilai BOD cenderung meningkat pada bagian tengah hingga hilir sungai. Suhu perairan relatif stabil pada segmen sungai, sementara salinitas menunjukkan nilai nol yang menandakan karakteristik perairan tawar. Kekeruhan tertinggi tercatat di bagian hilir, menunjukkan adanya akumulasi sedimen dan bahan tersuspensi dibandingkan hulu. Kekeruhan yang lebih tinggi dan jenis plankton tertentu yang dominan menunjukkan adanya kelebihan nutrisi di dalam air. Organisme yang ada di dalamnya, seperti plankton, dan makrobentos, juga menjadi indikator kondisi perairan.

Hubungan saling memengaruhi ini menunjukkan bahwa sungai merupakan ekosistem yang kompleks dan dinamis. Perubahan di satu bagian dapat berdampak ke seluruh aliran sungai, hal ini sesuai dengan pandangan Nogueira & Kane 2025 bahwa ekosistem perairan adalah sistem terbuka yang dinamis.

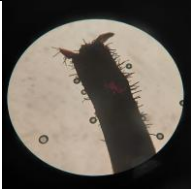
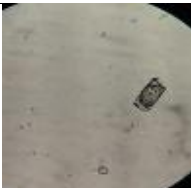
Tabel 1. Hasil Abiotik Sungai Gendol Hulu, Tengah dan Hilir pada Pagi Hari dan Sore Hari

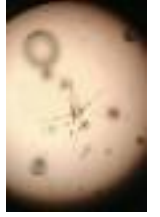
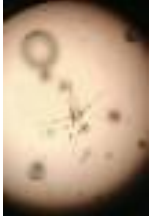
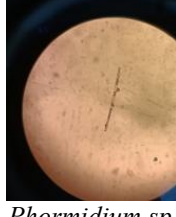
Waktu	Parameter					
	pH	DO	BOD	Kekeruhan	Suhu	Salinitas
Hulu						
Ulangan 1	13,56	9,09	3,84	70	26,3	0
Ulangan 2	13,39	12,53	3,84	70	27	0

Pagi Hari	Ulangan 3	13,2	9,36	3,84	70	27	0
	Tengah						
	Ulangan 1	10,95	6,54	4,42	45	25	0
	Ulangan 2	13,67	6,95	5,24	45	25	0
	Ulangan 3	13,28	9,49	4,42	45	25	0
	Hilir						
	Ulangan 1	11,81	8,96	5,24	80	26,6	0
	Ulangan 2	12,65	8,06	5,24	80	26,3	0
	Ulangan 3	13,47	10,25	5,24	80	25,6	0
	Hulu						
	Ulangan 1	12,43	10,37	5,03	33	26	0
	Ulangan 2	11,95	10,32	5,03	33	26	0
	Ulangan 3	11,4	10,41	5,03	33	26	0
Sore Hari	Tengah						
	Ulangan 1	11,24	9,26	5,42	82	25	0
	Ulangan 2	13,74	8,8	5,42	82	25	0
	Ulangan 3	11,45	8,93	5,42	82	25	0
	Hilir						
	Ulangan 1	12,4	9,3	5,26	40	26	0
	Ulangan 2	12,9	9,18	5,26	40	26	0
	Ulangan 3	12,53	10,06	5,26	40	26	0

Tabel 2. Hasil Plankton Sungai Gendol Hulu, Tengah dan Hilir pada Pagi Hari dan Sore Hari

Pagi Hari	Hulu		
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3
			
	<i>Clostridium</i> sp.	<i>Nitzschia</i> sp.	<i>Surirella</i> sp.
			
	<i>Haustorium</i> sp.		

				Tengah		
				Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3
						
				<i>Mesocyclops sp.</i>	<i>Diatoma sp.</i>	<i>Diatoma sp.</i>
						
				<i>Copepoda sp.</i>		
				Hilir		
				Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3
						
				<i>Merismopedia sp.</i>	<i>Nitzschia sp.</i>	<i>Amphisolenia</i>
						
				<i>Guinardia sp.</i>		
Sore Hari				Hulu		
				Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3
						
				<i>Surirella sp.</i>	<i>Synedra sp.</i>	<i>Closterium sp.</i>
						
				<i>Zygnemopsis sp.</i>	<i>Nitzschia sp.</i>	

Tengah		
Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3
		
<i>Oscillatoria</i>	<i>Closterium</i> sp.	<i>Astramoeba</i> sp.
Hilir		
Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3
		
<i>Oscillatoria</i>	<i>Closterium</i> sp.	<i>Astramoeba</i> sp.
		
<i>Rhizosolenia</i> sp.	<i>Phormidium</i> sp.	<i>Botrydiopsis</i> sp.

Tabel 3. Hasil Makrozoobentos Sungai Gendol Hulu, Tengah dan Hilir pada Pagi Hari

Hulu		
U1	U2	U3
		
Kepiting	Keong	Kepiting

Tabel 4. Indeks Keanekaragaman (H'), Indeks Keseragaman (E') dan Indeks Dominansi (C) Plankton

Indeks	Aliran Sungai		
	Hulu (I)	Tengah (II)	Hilir (III)
(H')	2,145	1,762	2,259
(E')	1,197	0,983	0,434
(C)	0,122	0,176	0,107

Indeks keragaman dihitung dengan menggunakan indeks keanekaragaman Shanom-Wiener dengan rumus (Kreb, 1978):

$$H' = - \sum P_i \ln P_i$$

Keterangan:

H' : Indeks keanekaragaman (H')

p_i : n_i/N

n_i : Jumlah individu pada spesies ke- i (ind)

N : Jumlah total individu seluruh jenis (ind)

Indeks keanekaragaman dapat dibagi menjadi tiga kategori, yaitu: $H' < 1$ (keanekaragaman rendah), $1 < H' < 3$ (keanekaragaman sedang), dan $H' > 3$ (keanekaragaman tinggi).

Indeks keseragaman dapat dihitung dengan rumus Shannon-Wiener (Odum, 1993), yaitu :

$$E = \frac{H'}{H_{max}}$$

Keterangan:

E : Indeks keseragaman

H' : Indeks keanekaragaman

H_{max} : Indeks keanekaragaman maksimum (In S)

S : Jumlah spesies yang ditemukan

Indeks keseragaman dapat dibagi menjadi tiga kategori, yaitu: $E < 0,40$ (keseragaman rendah), $0,40 < E < 0,60$ (keseragaman sedang), dan $E > 0,60$ (keseragaman tinggi). Kisaran nilai keseragaman menurut Magurran (1982) dalam (Sirait *et al.*, 2018) adalah $E < 0,4$ menunjukkan keseragaman populasi kecil; $0,4 < E < 0,6$ menunjukkan keseragaman populasi sedang; $E > 0,6$ menunjukkan keseragaman populasi.

Indeks dominansi bisa memberikan informasi tentang keberadaan atau ketiadaan spesies tertentu yang mendominasi dalam suatu komunitas. Indeks dominansi ini dapat dibedakan menjadi tiga kategori, yaitu: $C < 0,50$ (tingkat dominansi rendah), $0,50 < C < 0,75$ (tingkat dominansi sedang), dan $C > 0,75$ (tingkat dominansi tinggi). Perhitungan indeks dominansi dapat dilakukan dengan rumus berikut (Odum, 1993):

$$C = \left(\frac{ni}{N} \right)^2$$

Keterangan:

C : Indeks dominansi

ni : Jumlah individu pada spesies ke-i (ind)

N : Jumlah total individu seluruh jenis (ind)

Pembahasan

Indeks Keanekaragaman (H'), Indeks Keseragaman (E') dan Indeks Dominansi (C) Plankton

Indeks keanekaragaman (H') pada bagian hulu menunjukkan nilai yang relatif tinggi disertai dengan nilai E' yang tinggi disertai tingkat dominansi yang rendah menunjukkan bahwa komunitas organisme tersusun cukup beragam dengan individu terdistribusi yang relatif seragam serta tidak adanya spesies yang mendominasi secara kuat, sehingga

mencerminkan kondisi ekosistem yang relatif stabil.

Pada bagian tengah sungai, nilai H' yang lebih rendah dibandingkan hulu dan hilir serta meningkatnya nilai dominansi mengindikasikan adanya penurunan keanekaragaman dan mulai munculnya spesies tertentu yang lebih dominan, yang dapat dikaitkan dengan adanya tekanan lingkungan atau perubahan kondisi habitat. Nilai indeks juga dianggap berada pada level sedang. Indeks keanekaragaman yang sama menunjukkan adanya variasi spesies yang beragam dan cenderung tidak stabil (Widhiandari *et al.*, 2021).

Pada bagian hilir, nilai H' tertinggi menunjukkan keanekaragaman jenis yang tinggi, namun nilai E' yang rendah mengindikasikan distribusi individu yang tidak merata, sehingga meskipun jumlah jenis banyak, beberapa spesies cenderung lebih melimpah dibandingkan yang lain. Temuan dari penelitian ini cukup mirip dengan keadaan di Pantai Gosong, Bengkayang, Kalimantan Barat, yang menunjukkan tingkat keseragaman yang sedang hingga tinggi (Siahaan *et al.*, 2021).

Parameter Kualitas Air Sungai Gendol

Parameter kualitas air Sungai Gendol menunjukkan pola perubahan dari hulu hingga hilir. Di hulu, oksigen terlarut (DO) masih cukup tinggi, yaitu 9–12 mg/L, sedangkan BOD masih rendah hingga sedang, yaitu 3–5 mg/L. Hal ini menandakan air di hulu relatif masih baik untuk mendukung kehidupan organisme. Di bagian tengah, DO turun menjadi 6–9 mg/L, sementara BOD naik hingga lebih dari 5 mg/L, menunjukkan adanya beban organik yang lebih besar. Hilir memiliki kondisi yang cukup mirip dengan tengah, namun kekeruhan lebih tinggi hingga mencapai 80 NTU. pH pada ketiga stasiun cenderung sangat tinggi, yang bisa dipengaruhi oleh kondisi geologi Gunung Merapi di sekitar sungai. Suhu relatif stabil sekitar 25–27 °C, masih sesuai untuk kehidupan akuatik. Nilai-nilai ini menggambarkan bahwa kualitas air berubah sesuai dengan lokasi dan pengaruh aktivitas di sekitar sungai. Menurut APHA (2017), DO di atas 5 mg/L masih tergolong baik untuk biota air.

Nilai pH Sungai Gendol tercatat sangat tinggi (11–13), yang menunjukkan kondisi basa ekstrem. Kondisi ini jauh di atas kisaran normal

sungai tropis (6,5–8,5) dan berpotensi dipengaruhi oleh material vulkanik Merapi, yang mengandung mineral basa seperti kalsium dan magnesium (Nugraha *et al.*, 2020). Kondisi pH ekstrim dapat membatasi jenis organisme yang mampu bertahan. Meski demikian, ditemukan diatom seperti *Closterium* dan *Nitzschia* di hulu, yang menunjukkan bahwa beberapa jenis diatom masih toleran terhadap pH tinggi karena memiliki frustule silika yang kuat. Kandungan oksigen terlarut di hulu berkisar antara 9–12 mg/L, menandakan kondisi air yang jernih dan berarus deras dengan pertukaran udara optimal. Nilai ini menurun di bagian tengah (6–9 mg/L) karena meningkatnya bahan organik dan aktivitas mikroorganisme yang mengkonsumsi oksigen. Di bagian hilir, DO sedikit meningkat kembali, tetapi didominasi oleh cyanobacteria seperti *Merismopedia*, yang mampu beradaptasi pada kondisi nutrisi tinggi. Secara umum, DO >5 mg/L masih dikategorikan baik untuk kehidupan organisme akuatik dan DO <5 dikategorikan buruk bagi organisme akuatik (Zhang *et al.*, 2023). Penurunan DO di bagian tengah menjadi indikator adanya tekanan lingkungan akibat peningkatan aktivitas antropogenik.

Nilai BOD menggambarkan jumlah oksigen yang diperlukan oleh mikroorganisme untuk memecah bahan organik. Di area hulu terdapat adanya $\pm 3,8$ mg/L yang mengindikasikan adanya peningkatan beban organik, yang dapat berasal dari aktivitas manusia yang terjadi di area sekitar sungai. Terdapat korelasi negatif antara konsentrasi BOD dengan kelimpahan plankton di badan perairan, dimana semakin tinggi konsentrasi BOD maka kecenderungan kelimpahan plankton semakin rendah (hubungan negatif/interaksi berbanding terbalik). (Pertiwi *et al.*, 2024). Kekeruhan menunjukkan banyaknya partikel tersuspensi di air, yang dapat berupa lumpur, pasir halus, atau bahan organik. Nilai kekeruhan tertinggi tercatat di bagian tengah (82 NTU) dan hilir (80 NTU), sedangkan di hulu lebih rendah (sekitar 70 NTU). Kekeruhan anorganik membatasi penetrasi cahaya di kolom air dan mempengaruhi fotosintesis fitoplankton, meskipun efeknya dapat bervariasi tergantung kondisi awal dan komunitas fitoplankton. (Nunes *et al.*, 2022). Akibatnya, di hulu yang lebih jernih

diatom seperti *Closterium* dan *Nitzschia* mendominasi, sementara di tengah dan hilir, kelompok toleran seperti *Mesocyclops* dan *Cyanobacteria* lebih banyak ditemukan. Selain itu, sedimen yang menumpuk di dasar mengganggu habitat makrobentos, yang menjelaskan mengapa jumlah hewan dasar sungai menurun ke arah hilir.

Suhu air di Sungai Gendol relatif stabil pada kisaran 25–27°C di seluruh stasiun, masih dalam rentang ideal untuk organisme perairan tropis. Stabilitas suhu ini menunjukkan bahwa perbedaan komunitas organisme lebih disebabkan oleh variasi kualitas air daripada suhu. Kondisi suhu yang stabil mendukung proses fisiologis organisme seperti plankton, zooplankton, dan makrobentos (Setyobudiandi *et al.*, 2020). Nilai salinitas sebesar 0 ppt di seluruh titik pengamatan menunjukkan bahwa Sungai Gendol merupakan perairan tawar murni tanpa pengaruh intrusi air laut. Kondisi ini mendukung keberadaan organisme air tawar seperti diatom, cyanobacteria, dan moluska. Apabila terdapat perubahan salinitas, maka komposisi spesies plankton kemungkinan akan bergeser menuju spesies estuari (Setyobudiandi *et al.*, 2020).

Berdasarkan pengukuran parameter kualitas air yang dilakukan diketahui bahwa terdapat adanya penurunan kualitas dari hulu ke hilir. Keterkaitan antara nilai pH, DO, BOD, dan kekeruhan dengan perubahan komunitas plankton dan makrobentos menunjukkan bahwa kombinasi pengukuran fisika, kimia dan biologi merupakan metode yang efektif dalam menilai kualitas air secara menyeluruh (Nugraha *et al.*, 2020).

Komunitas Plankton dan Makrozoobenthos

Jenis plankton yang ditemukan di Sungai Gendol berbeda-beda pada setiap stasiun. Di hulu didominasi oleh diatom seperti *Closterium* dan *Nitzschia* yang umumnya hidup di perairan dengan kualitas cukup baik. Di tengah sungai muncul zooplankton seperti *Mesocyclops* dan *Copepoda* yang menunjukkan adanya transisi kondisi ekologi. Sementara itu, di hilir ditemukan *Merismopedia* dari kelompok *cyanobacteria* yang sering menjadi indikator perairan dengan nutrisi tinggi. Perubahan ini mencerminkan adanya gradien kualitas air dari hulu ke hilir. Keberadaan diatom di hulu mendukung fungsi ekosistem sebagai produsen

primer. Sedangkan meningkatnya *cyanobacteria* di hilir menunjukkan potensi terjadinya eutrofikasi. Komposisi plankton ini membantu memberikan gambaran kondisi perairan tanpa harus mengukur parameter kimia saja. Studi oleh Hasan *et al.* (2021) menyebutkan bahwa perubahan komposisi plankton sangat sensitif terhadap perubahan kualitas air.

Selain plankton, makrobentos juga berperan penting dalam menunjukkan kondisi ekosistem sungai. Di bagian hulu ditemukan keong, kepiting, dan ikan kecil yang menandakan substrat berbatu dan arus deras dengan kualitas air yang baik. Namun, di bagian tengah dan hilir, jumlah serta jenis makrobentos menurun akibat meningkatnya kekeruhan dan beban organik. Hal ini menunjukkan bahwa makrobentos sangat efektif untuk indikator kesehatan ekosistem sungai karena beberapa jenis sensitif terhadap pencemaran (Ouma *et al.*, 2025).

Secara ekologis, plankton berperan penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem sungai. Fitoplankton seperti diatom berperan sebagai produsen primer penghasil oksigen dan sumber makanan zooplankton, sedangkan zooplankton menjadi pakan bagi ikan dan hewan akuatik lainnya. Perubahan komposisi plankton, seperti dominasi *cyanobacteria* di hilir, dapat menyebabkan bloom dan menurunkan kualitas air. Dengan demikian, pemantauan komunitas plankton sangat penting untuk menilai kondisi ekosistem sungai karena komunitas fitoplankton menjadi indikator pencemaran dan kualitas perairan (Rina, 2025).

Hubungan Faktor Kimia, Fisika dan Biologi

Kondisi ekosistem Sungai Gendol menunjukkan hubungan yang erat antara faktor fisika, kimia, dan biologis. Secara fisik, suhu air yang relatif stabil (25–27 °C) masih mendukung kehidupan organisme air, meski terjadi peningkatan kekeruhan di hilir hingga 80 NTU yang mengurangi penetrasi cahaya dan menghambat fotosintesis fitoplankton. Secara kimia, kadar *Dissolved Oxygen* (DO) yang tinggi di hulu (9–12 mg/L) menunjukkan kualitas perairan yang baik, namun peningkatan BOD di bagian tengah dan hilir (>5 mg/L) menandakan adanya akumulasi bahan organik yang meningkatkan konsumsi oksigen. nilai pH yang sangat basa (11–13) dipengaruhi oleh material vulkanik Merapi yang kaya akan kalsium dan

magnesium, sehingga hanya organisme tertentu seperti diatom *Closterium* dan *Nitzschia* yang mampu bertahan (Nugraha *et al.*, 2020).

Secara biologis, perubahan faktor fisika dan kimia tersebut tercermin pada struktur komunitas plankton dan makrobentos. Dominasi diatom di hulu menunjukkan kondisi perairan yang jernih dan beroksigen tinggi, sedangkan meningkatnya *cyanobacteria* di hilir mengindikasikan tekanan nutrien dan potensi eutrofikasi (Hasan *et al.*, 2021). Penurunan keanekaragaman makrozoobentos di hilir juga mencerminkan penurunan kualitas air akibat meningkatnya kekeruhan dan kandungan bahan organik. Dengan demikian, perubahan kondisi fisik dan kimia Sungai Gendol secara langsung mempengaruhi komposisi biologisnya, menunjukkan hubungan interaktif antara ketiga faktor tersebut dalam menjaga atau menurunkan keseimbangan keanekaragaman spesies dan dominasi organisme yang toleran terhadap polusi, sehingga kualitas air yang buruk akan mengganggu fungsi ekosistem secara holistik (Rosmaria, 2025).

Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa kondisi kualitas air Sungai Gendol dapat dinilai secara efektif melalui penggabungan parameter fisika, kimia, dan biologi. Hasil pengukuran menunjukkan suhu perairan yang relatif stabil serta adanya peningkatan beban organik (BOD dan COD) dari bagian hulu ke hilir. Komunitas plankton dan makrobentos memperlihatkan variasi spasial yang mencerminkan perubahan kondisi lingkungan sepanjang aliran sungai. Dominasi diatom di bagian hulu menandakan kualitas air yang baik, sedangkan munculnya spesies toleran di hilir menunjukkan penurunan kualitas perairan. Penelitian ini berkontribusi terhadap pemahaman penilaian kesehatan ekosistem perairan menggunakan bioindikator serta memberikan implikasi praktis bagi pengelolaan sungai dan pemantauan lingkungan yang berkelanjutan.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih ditujukan kepada dosen pembimbing yang telah memberikan petunjuk dan bimbingan selama proses penelitian

dalam pengambilan data, dan penulisan hasil artikel ini berlangsung, pihak lembaga pendidikan yang telah memberikan dukungan fasilitas, serta pihak masyarakat sekitar sungai Gendol yang telah memberikan izin dan kerja sama dalam pelaksanaan pengambilan data. Terima kasih juga kepada rekan-rekan mahasiswa yang turut membantu dalam proses berlangsungnya pengambilan data dan penulisan artikel, serta seluruh pihak yang telah memberikan dukungan hingga penelitian ini dapat diselesaikan.

Referensi

- Astuti, R. I., Hapsari, A. T., Nurrohmah, D. P., Insani, M. S., Sabela, V., & Ramli, M. (2025). Analisis Kualitas Air Sungai di Jatimalang, Sukoharjo Berdasarkan Kadar DO, BOD, dan COD. *Proceeding Biology Education Conference*. 22 (1), 19-25. <https://prosiding.uns.ac.id>
- Aulia, P. R., Supratman, O., & Gustomi, A. (2020). Struktur komunitas makrozoobentos sebagai bioindikator kualitas perairan di Sungai Upang Desa Tanah Bawah Kecamatan Puding Besar Kabupaten Bangka. *Aquatic Science: Jurnal Ilmu Perairan*, 2(1), 17–29. <https://journal.ubb.ac.id/aquaticscience/article/view/2256>
- Bonada, N., Cañedo-Argüelles, M., Gallart, F., von Schiller, D., Fortuño, P., Latron, J., Llorens, P., Múrria, C., Soria, M., Vinyoles, D., & Cid, N. (2020). Conservation and Management of Isolated Pools in Temporary Rivers. *Water*, 12(10), 2870. <https://doi.org/10.3390/w12102870>
- Dimenta, R.H., Agustina, R., Machrizal, R., dan Khairul. (2020). Kualitas Sungai Bilah Berdasarkan Biodiversitas Fitoplankton Kabupaten Labuhanbatu, Sumatera Utara. *Jurnal Ilmu Alam dan Lingkungan*, 11(2), 24–33. <https://doi.org/10.20956/jal.v11i2.101>
- Nugraha, H., Utami, R. S., & Sunarto, S. (2020). Pengaruh aktivitas vulkanik terhadap kualitas air sungai di kawasan Merapi. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 18(2), 145–156. <https://doi.org/10.14710/jil.18.2.145-156>
- Nunes, P., Roland, F., Amado, A. M., Resende, N. S., & Cardoso, S. J. (2022). Responses of phytoplanktonic chlorophyll-a composition to inorganic turbidity caused by mine tailings. *Frontiers in Environmental Science*, 9, Article 605838. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2021.605838>
- Ouma, K. O., Shane, A., Concilia, M., & Syampungani, S. (2025). *Benthic macroinvertebrates as bioindicators of stream health within the Central African Copperbelt*. Water, Air, & Soil Pollution, 236, 443. <https://doi.org/10.1007/s11270-025-08004-z>
- Nogueira, M. G., & Kane, D. D. (2025). *Aquatic ecosystems: Biodiversity and conservation*. Water, 17(15), 2321. <https://doi.org/10.3390/w17152321>
- Orozco-González, C. E., & Ocasio-Torres, M. E. (2023). Aquatic Macroinvertebrates as Bioindicators of Water Quality: A Study of an Ecosystem Regulation Service in a Tropical River. *Ecologies*, 4(2), 209–228. <https://doi.org/10.3390/ecologies4020015>
- Pertiwi, T., Tugiyono, G., & Susanto, N. (2024). Analisis Keanekaragaman Dan kelimpahan Plankton Di Sungai Way Awi dan Hubungannya Dengan Kualitas Air. *Environmental Science Journal (ESJo) : Jurnal Ilmu Lingkungan*. 3(1), 1-21. <https://jurnal.univpgripalembang.ac.id/index.php/esjo/article/view/16628>
- Rina, T. R. (2025). Komunitas fitoplankton sebagai bioindikator pencemaran air di Rawa Jombor, Klaten. *Journal of Aquatropica Asia*, 10(1), 77–84. <https://doi.org/10.33019/joaa.v10i1.6285>
- Rosmaria, R. (2025). Water quality analysis and its impact on biodiversity in freshwater ecosystems. *Aquapolis: Jurnal Budidaya Perairan*, 2(1), 33–41. DOI: <https://doi.org/10.62872/rgt53c30>
- Safitri, D. (2025). Analisis Kadar Biochemical Oxygen Demans (BOD) Pada Sampel Air Sungai. *Jurnal Kimia dan Rekayasa*. 6(1), 17-22. DOI: <https://doi.org/10.31001/jkireka.v6i1>
- Setiawan, H., Idiawati, N., & Helena, S. (2022). Komposisi dan struktur komunitas Copepoda di estuari Desa Mendalok Kabupaten Mempawah Kalimantan Barat.

- Jurnal Laut Khatulistiwa*, 5(2), 89–97.
<https://doi.org/10.26418/jlk.v5i2.5590>
- Setyobudiandi, I., Sulistiono, & Hariyadi, S. (2020). *Ekologi perairan: Teori dan aplikasi*. IPB Press.
<https://doi.org/10.1071/9781486300143>
- Sirait M., Firsty R., Pattullo P., (2018). Komparasi Indeks Keanekaragaman dan Indeks Dominansi Fitoplankton di Sungai Ciliwung Jakarta (Comparison Of Diversity Index And Dominant Index Of Phytoplankton At Ciliwung River Jakarta). *Journal of Marine Science and Technology*. 11(1): 75-79.
<https://doi.org/10.21107/jk.v11i1.3338>
- Siahaan, JW., Warsidah. and Nurdiansyah, SI., (2021), Structre of the Macrozoobenthos Commyity at Gosong Beach, Sungai Raya Kepulauan District Bengkayang Rengency West Kalimantan, *Jurnal Laut Khatulistiwa*, 4(3), 130–138.
<http://jurnal.untan.ac.id/index.php/lk>
- Syaifuddin, A. T., Umasya'tiyan, & Melisa, A. O. (2020). Identifikasi mikroalga pada air sumur di daerah Kecamatan Kota Kabupaten Kudus. *Alveoli: Jurnal Pendidikan Biologi*, 1(2), 45–52.
<https://doi.org/10.35719/alveoli.v1i2.2>
- Thorp, J. H., Thoms, M. C., Delong, M. D., & Maasri, A. (2023). The ecological nature of whole river macrosystems: new perspectives from the riverine ecosystem synthesis. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 11, 1184433.
<https://doi.org/10.3389/fevo.2023.1184433>
- Widhiandari, P. F. A., Watiniasih, N. L., Pebriani, D. A. A. (2021). Bioindikator Makrozoobentos dalam Penentuan Kualitas Perairan di Tukad Mati Badung Bali, *Current Trends in Aquatic Science*, IV(1), 49-56.
<https://ojs.unud.ac.id/index.php/ctas/article/view/59963>
- Zhang, W., Han, S., Zhang, D., Shan, B., & Wei, D. (2023). Variations in dissolved oxygen and aquatic biological responses in China's coastal seas. *Environmental Research*, 223, 115418.
<https://doi.org/10.1016/j.envres.2023.115418>
- Zhu, H., Liu, X. G., & Cheng, S. P. (2021). Phytoplankton community structure and water quality assessment in an ecological restoration area of Baiyangdian Lake, China. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 18, 1529–1536.
<https://doi.org/10.1007/s13762-020-02907-6>