

Status kualitas air Daerah Aliran Sungai (DAS) Serayu dengan pendekatan Metode STORET

Water quality status of the Serayu Watershed (DAS) using the STORET method approach

Received: 15 March 2025, Revised: 01 September 2025, Accepted: 28 October 2025

DOI: 10.29103/aa.v12i3.21258

Nuning Vita Hidayati^{a*}, Abi Condro^b, Bambang Eko Jatmoko^c, Nabela Fikriyya^b, Teuku Junaidi^{b,d}, Dewi Wisudyanti Budi Hastuti^e, Abdul Malik Firdaus^b, dan Ferry Cahya Raharja^a

^a Aquatic Resources Magister Program, Fisheries and Marine Sciences Faculty, Jenderal Soedirman University, Purwokerto, Indonesia

^b Aquatic Resources Management Department, Fisheries and Marine Sciences Faculty, Jenderal Soedirman University, Purwokerto, Indonesia

^c Serayu-Citanduy Water Resources Management Center, Purwokerto, Central Java 53116

^d Doctoral student of Public Administration, Faculty of Social and Political Sciences, Jenderal Soedirman University Jl. Kampus No.12, Kampus Grendeng Unsoed Purwokerto, Indonesia 53122

^e Marine Sciences Department, Fisheries and Marine Sciences Faculty, Jenderal Soedirman University, Purwokerto, Indonesia

Abstrak

Daerah Aliran Sungai (DAS) Serayu dengan panjang induk Sungai Serayu 180 km melewati beberapa kabupaten di Jawa Tengah yaitu Wonosobo, Banyumas, Banjarnegara, Cilacap, dan Purbalingga. DAS Serayu telah mengalami pencemaran yang cukup signifikan, dengan permasalahan utama yang disebabkan oleh aktivitas masyarakat, industri, dan pertanian. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji kondisi Daerah Aliran Sungai Serayu berdasarkan parameter fisika dan kimia yang dibandingkan dengan baku mutu air Kelas I, II, III, dan IV, serta metode Storage and Retrieval (STORET). Penelitian dilakukan dengan metode survei dengan pengambilan sampel air secara purposive random sampling dan dianalisis secara ex situ. Tingkat pencemaran Daerah Aliran Sungai Serayu berdasarkan metode STORET untuk Kelas I masuk dalam Kategori D yang berarti pencemaran berat. Untuk Kelas II masuk dalam Kategori C yang berarti pencemaran sedang, ditunjukkan dengan nilai index STORET sebesar -26. Beberapa parameter air melebihi baku mutu, seperti pH, DO, COD, fosfat, dan amonia di beberapa lokasi penelitian. Untuk menjaga kondisi dan kualitas DAS Serayu diperlukan keterlibatan semua pihak, termasuk masyarakat. Selain itu, diperlukan pula upaya atau strategi pengendalian dalam pengelolaan DAS Serayu.

Kata kunci: DAS; Kualitas Air; Pencemaran Sungai; STORET; Serayu

Abstract

The Serayu River Basin (DAS) spans 180 km and traverses several districts in Central Java, including Wonosobo, Banyumas, Banjarnegara, Cilacap, and Purbalingga. Significant pollution has been observed in the Serayu River Basin, with the primary sources of pollution being agriculture, industry, and community activities. The objective of this investigation is to evaluate the Serayu River Basin's condition in relation to the STORET method and Class I, II, III, and IV water quality standards, as well as physical and chemical parameters. Ex situ analysis of water samples was implemented through purposive random sampling in the survey methodology. Class I pollution levels in the Serayu River Basin are classified as Category D, which denotes substantial pollution, according to the STORET method. Class II is classified as Category C, which denotes moderate pollution, as indicated by a STORET index value of -26. Several research locations exhibit water parameters that exceed the quality standards, including pH, DO, COD, phosphate, and ammonia. In order to preserve the purity and condition of the Serayu River Basin, it is necessary for all stakeholders, including the community, to participate. Furthermore, the management of the Serayu Watershed necessitates the implementation of control strategies or efforts.

Keywords: Basin; River pollution; Serayu; STORET; Water Quality

* Korespondensi: Aquatic Resources Magister Program, Fisheries and Marine Sciences Faculty, Jenderal Soedirman University, Purwokerto, Indonesia

Tel: +62-812 1566 9797

e-mail: nuning.hidayati@unsoed.ac.id

1. Introduction

Sungai Serayu, salah satu sungai terbesar di Pulau Jawa, mengalir melalui Wonosobo, Banjarnegara, Purbalingga, Banyumas, dan Cilacap. Hulu terletak di Wonosobo, dan muara di Cilacap (Erlangga & Andi, 2023). DAS Serayu memiliki luas 4.375 km² dengan sungai utama berupa Sungai Serayu yang memiliki panjang 180 km dengan 11 anak sungainya. Sungai Serayu berasal dari lereng barat laut Gunung Prahur dan mengalir ke Samudera Hindia, dikelilingi oleh pegunungan seperti Sumbing, Sundoro, Walirang, Slamet, dan perbukitan selatan di sekitar DAS Serayu (Sarjanti & Suwarsito, 2014).

Akhir-akhir ini, persoalan seperti erosi, sedimentasi, longsor dan banjir pada DAS intensitasnya semakin meningkat. Persoalan-persoalan tersebut merupakan bentuk respon negatif dari komponen-komponen DAS terhadap kondisi curah hujan (Retyanto, 2016). Di sisi lain, DAS menjadi sumberdaya air yang penting karena berfungsi sebagai sumber air baku PDAM, air baku industri, pertanian dan rumah tangga bagi masyarakat sekitarnya, seperti misalnya DAS Serayu (Arinda et al., 2023). Persoalan tersebut pada akhirnya akan berpengaruh terhadap kondisi kualitas air.

Kualitas air adalah sifat-sifat air serta kandungan organisme, zat, energi, atau komponen lain yang terdapat di dalamnya. Kualitas air secara umum ditunjukkan oleh mutu atau kondisi air yang dikaitkan dengan suatu kegiatan atau keperluan tertentu. Dengan demikian kualitas air akan berbeda dari suatu kegiatan ke kegiatan lain, sebagai contoh kualitas air untuk keperluan irigasi berbeda dengan kualitas air untuk keperluan air minum (Rahmawati et al., 2018). Kualitas air sungai dipengaruhi oleh kualitas pasokan air yang berasal dari daerah aliran sungai sedangkan kualitas pasokan air dari daerah aliran sungai berkaitan dengan aktivitas manusia yang terkait dengan keberadaan air sungai. Perubahan kondisi kualitas air pada aliran sungai merupakan dampak dari buangan dari penggunaan lahan yang ada. Perubahan pola pemanfaatan lahan menjadi lahan pertanian, tegalan dan permukiman serta meningkatnya aktivitas industri akan memberikan dampak terhadap kondisi hidrologis dalam suatu Daerah Aliran Sungai. Selain itu, berbagai aktivitas manusia dalam memenuhi kebutuhan hidupnya yang berasal dari kegiatan industri, rumah tangga dan pertanian akan menghasilkan limbah yang memberi sumbangan pada penurunan kualitas air sungai (Triwuri et al., 2018).

Penilaian tingkat kualitas air dan status mutu air dapat ditentukan dengan pendekatan metode STORET, sebagaimana telah banyak diterapkan oleh para peneliti lain (Kadim et al., 2017). Status mutu air menunjukkan tingkat kondisi mutu sumber air dalam kondisi cemar atau kondisi baik dengan membandingkan dengan baku mutu yang ditetapkan (Triwuri et al., 2018). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui status mutu kualitas air di DAS Serayu dengan mengamati parameter fisik yang terdiri dari Total Dissolved Solid (TDS), Total Suspended Solid (TSS), sedangkan parameter kimia terdiri dari pH, Ca, Klorida, Dissolved Oxygen (DO), Amoniak, Chemical Oxygen Demand (COD), Nitrat, Fosfat. Dari parameter tersebut dapat diperoleh nilai indeks pencemaran menggunakan metode STORET. Kemudian hasil perhitungan dari metode STORET tersebut dibandingkan dengan baku mutu air sesuai dengan peruntukannya dalam Keputusan Menteri LH Nomor 115 Tahun 2003 tentang pedoman penentuan status mutu air.

2. Materials and Methods

2.1. Waktu dan tempat

Pengambilan dan pengamatan sampel parameter fisika dan kimia dilakukan pada bulan Oktober dan November 2023 pada waktu siang hari. Pengambilan sampel dilakukan di 15 titik daerah aliran sungai Serayu (Tabel 1).

Tabel 1

Nama, kode, dan koordinat stasiun di DAS Serayu.

Nama Stasiun	Kode	Koordinat
Sungai Serayu Hulu (Bendungan Singomerto)	BS	7°38'81.50"S, 109°74'24.54"E
Sungai Serayu Tengah (S.I Banjarcayana)	SB	7°36'86.52"S, 109°62'74.45"E
Sungai Serayu Hilir (Pompa Wlahar Bms)	PW	7°49'99.58"S, 109°25'45.44"E
Sungai Mrawu (Bendung Clangap)	BC	7°35'89.06"S, 109°69'60.02"E
Sungai Kalisapi (Bendung Kalisapi)	BK	7°49'05.93"S, 109°48'46.52"E
Sungai Piasa (Bendung Piasa)	BP	7°52'29.11"S, 109°36'25.56"E
Sungai Pekacangan (Bendung Krenceng)	BKr	7°41'70.89"S, 109°46'99.17"E
Sungai Jompo (Bendung Pribadi)	BPr	7°43'39.54"S, 109°33'34.82"E
Sungai Pelus (Bendung Arca)	BA	7°41'27.38"S, 109°26'53.18"E
Sungai Banjaran (Bendung Banjaran I)	BB1	7°41'01.51"S, 109°22'71.68"E
Sungai Menyawak (Bendung Menyawak)	BM	7°46'66.45"S, 109°21'90.50"E
Sungai Kranji (Bendung Banjaran II)	BB2	7°42'61.91"S, 109°23'30.81"E
Sungai Logawa (Bendung Logawa)	BL	7°40'73.35"S, 109°19'32.51"E
Sungai Prukut (Bendung Andongbang)	Bag	7°36'55.38"S, 109°12'94.53"E
Sungai Tajum (Bendung Tajum)	BT	7°44'63.62"S, 109°07'63.96"E

2.2. Alat dan bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain Jerigen 1l, pH meter Hanna New HI 98107, DO meter LUTRON PDO-520, TDS meter, Nitrat HR, Posphate HR, Amonia HR, Pipet volume, Kultur tabung borosilikat bertutup ulir 5 ml, Heatingblock, Erlenmyer, kertas whattman, Oven, Desikator, Neraca analitik 0,1 mg, Gelas beker 50 ml, Labu destilasi, Corong gelas, Spatula, Buret, Statif, Aplikasi ArcMaps. Bahan yang digunakan pada penelitian kali ini antara lain Air sampel, Alkohol 70%, Larutan K₂Cr₂O₇, Larutan H₂SO₄, Larutan Ag₂SO₄, Larutan AgNO₃, Larutan blanco, Reagen HI93728 A, Reagen HI93728 B, Reagen HI774 A, Reagen HI774 B, Reagen H1700 A, Reagen H1700 B.

2.3. Metode dan teknik pengambilan sampel

Pengambilan sampel dilakukan dengan memberi label pada jerigen 1liter sesuai lokasi pengambilan sampel. Pengukuran sampel parameter kualitas air dilakukan secara exsitu yaitu DO, Suhu, pH, COD, TDS, TSS, Nitrat, Fosfat, Amoniak, dan Klorin pada air sampel dilakukan di Laboratorium Prodi Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Purwokerto. Pengukuran DO menggunakan DO meter, pengukuran pH menggunakan pH meter, pengukuran COD menggunakan metode titrasi dengan larutan baku FAS 0,05 M, pengukuran TDS menggunakan TDS meter, pengukuran TSS menggunakan metode gravimetric, pengukuran nitrat menggunakan spektrofotometer, pengukuran fosfat dan amoniak menggunakan hanna checker, pengukuran clorin menggunakan metode volumetri.

2.4. Analisis data

Analisis data parameter fisika dan kimia kualitas air dilakukan dengan deskriptif komparatif dan dibandingkan dengan baku mutu untuk kelas 1, 2, 3 dan 4 berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021. Sedangkan data

kondisi kualitas air dianalisis dengan menggunakan metode STORET.

Metode STORET merupakan suatu metode untuk menentukan status mutu perairan dengan membandingkan data kualitas air dengan baku mutu air sesuai peruntukannya (Kadim et al., 2017). Dengan metode ini, parameter-parameter yang telah memenuhi atau melampaui baku mutu air dapat diketahui (Romdania et al., 2018). Berdasarkan Permen LH nomor 115 tahun 2003 tentang Penentuan Status Mutu Air, STORET merupakan salah satu metode untuk menentukan status mutu air yang umum digunakan. Secara prinsip metode STORET dilakukan dengan membandingkan antara data kualitas air dengan baku mutu air yang disesuaikan dengan peruntukannya guna menentukan status mutu air (Arnop et al., 2019). Cara untuk menentukan status mutu air dengan metode STORET, menggunakan sistem nilai dari US-EPA (Environmental Protection Agency, 1977), sebagaimana disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2
Penentuan status mutu air Metode STORET.

Kelas	Skor IP	Deskripsi
A	0	Tidak tercemar
B	-1 s/d -10	Tercemar berat
C	-11 s/d -30	Tercemar sedang
D	≥ 31	Tercemas berat

Sumber: Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 115 Tahun 2003.

STORET merupakan salah satu cara yang umum dilakukan untuk mengetahui tingkat pencemaran pada suatu perairan. Penentuan status mutu air dilakukan dengan membandingkan data parameter kualitas air dengan baku mutu yang telah ditetapkan sesuai dengan peruntukannya. Metode STORET memerlukan minimal dua data kualitas air pada setiap parameter yaitu data maksimal dan minimal (Sari et al., 2014). Data tersebut dijadikan sebagai data penentu suatu parameter telah memenuhi atau melebihi baku mutu (Arinda et al., 2023).

Tabel 3
Penentuan Sistem Nilai untuk Menentukan Status Mutu STORET.

Jumlah Sampel	Nilai	Parameter		
		Fisika	Kimia	Biologi
<10	Maksimum	-1	-2	-3
	Minimum	-1	-2	-3
	Rata-rata	-3	-6	-9
≥10	Maksimum	-2	-4	-6
	Minimum	-2	-4	-6
	Rata-rata	-6	-12	-18

3. Results and Discussion

3.1. Results

3.1.1. Kondisi Parameter Fisika Kimia Perairan

Kondisi kualitas air DAS Serayu dapat dilihat dari faktor fisika seperti, TSS, TDS, serta faktor kimia seperti pH, DO, COD, Ca, Klorida, Amoniak, Nitrat dan Fosfat. Setiap perubahan parameter fisika dan kimia mempengaruhi kualitas air dan tingkat pencemaran di DAS Serayu sehingga perlu dilakukan analisis untuk mengetahui standar baku mutu sesuai peruntukannya (Irfannur & Khairan, 2021; Lestari et al., 2023). Tabel 4 menyajikan hasil pengukuran kualitas air di DAS Serayu. Setiap parameter kualitas air yang sudah dihitung baik fisika dan kimia di bandingkan dengan baku mutu Peraturan Pemerintah No 22 Tahun 2021 pada kelas 1 yang digunakan untuk air minum dan kelas 2 yang digunakan untuk prasarana/sarana, rekreasi air,

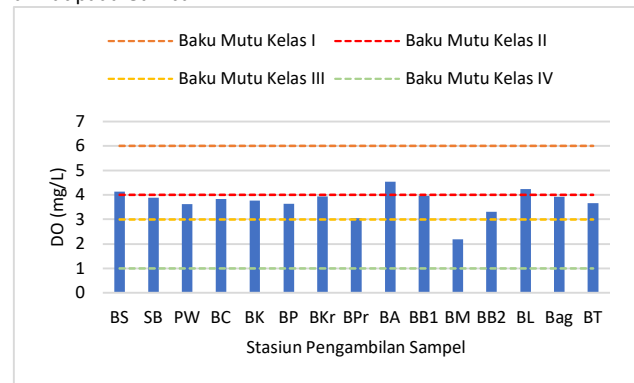
pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, irigasi dan sebagainya.

a. pH

pH atau yang biasa disebut sebagai tingkat keasaman atau kebasahan suatu perairan, merupakan salah satu parameter kimia yang berperan penting dalam pemantauan kualitas perairan. Pada umumnya perairan yang sehat memiliki nilai pH 7, jika pH 0 maka perairan terlalu asam, dan jika pH 14 maka perairan terlalu basa. Perubahan nilai pH di perairan akan sangat mempengaruhi kehidupan ikan dan organisme akuatik lainnya.

b. Dissolved oxygen (DO)

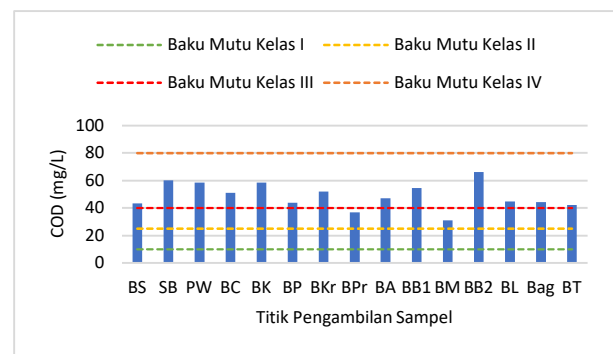
DO atau biasa disebut sebagai oksigen terlarut merupakan salah satu parameter indikator kesehatan air. DO memegang peranan penting dalam ekosistem perairan terutama di sungai. Hasil pengukuran oksigen terlarut di DAS Serayu dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Hasil Pengukuran DO dibandingkan baku mutu sesuai PP No. 22 Tahun 2021.

c. Chemical oxygen demand (COD)

COD merupakan jumlah total oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi materi-materi organik di air baik biologis maupun inert secara kimiawi menjadi senyawa CO_2 dan H_2O (Lanang & Sururi, 2022). Hasil pengukuran nilai COD di DAS Serayu dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Hasil Pengukuran COD dibandingkan baku mutu sesuai PP No. 22 Tahun 2021.

Tabel 4

Hasil Pengukuran Kualitas Air DAS Serayu & Standar Baku Mutu (PP No. 22 Tahun 2021).

St.	Parameter Pengamatan									
	pH	DO	COD	TSS	TDS	Ca	Cl	NH ₃	Nitrat	Fosfat
BS	8,3	4,1	43,3	0,062	138,7	24	10,04	0,41	5,71	0,173
SB	8,2	3,8	60,2	0,12	105	27	2,81	0,20	0,92	0,06
PW	7,9	3,6	58,5	0,13	105	25	7,11	0,18	0,91	0,17
BC	8,1	3,8	50,8	0,11	132	30	11,5	0,20	8,49	0,19
BK	7,8	3,7	58,5	0,10	76	16	7,19	0,08	1,655	0,045
BP	8,1	3,6	43,7	0,09	98	22	2,84	0,05	0,505	0,165
BKr	8,1	3,9	51,9	0,06	103	32	3,27	0,16	2,125	0,035
BPr	7,5	3,1	36,9	0,09	107	22	3,58	0,04	2,915	0,195
BA	7,8	4,5	46,9	0,09	87	19	4,37	0,08	0,855	0,15
BB1	7,8	3,9	54,4	0,10	105,	20	10,0	0,01	1,82	0,275
BM	7,3	2,2	311,	0,09	130	30	13,8	0,11	1,165	0,21
BB2	7,6	3,3	66,2	0,09	105,7	18	8,42	0,11	2,355	0,32
BL	7,7	4,2	44,9	0,06	67,7	17	9,96	0,10	1,385	0,05
Bag	7,8	3,9	44,3	0,06	53,7	12	1,90	0,07	1,35	0,12
BT	7,5	3,6	42,2	0,07	96,3	24	11,3	0,02	1,385	0,14

d. *Total suspended solid (TSS)*

TSS merupakan padatan yang tersuspensi di dalam badan air, Sebagian besar padatan ini dapat berwujud seperti zat lengkap yang tersuspensi maupun padatan koloid (Afrianisa & Ulyah, 2023). TSS terbentuk akibat adanya lumpur dan pasir halus serta bangkai mikroorganisme yang masuk ke badan air akibat adanya erosi tanah. Hasil pengukuran TSS di DAS Serayu dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5

Hasil Pengukuran TSS beserta baku mutu menurut PP No. 22 Tahun 2021.

Stasiun	Nilai (mg/L)	BM Kelas I	BM Kelas II	BM Kelas III	BM Kelas IV
1	0,062	40	50	100	400
2	0,126	40	50	100	400
3	0,134	40	50	100	400
4	0,118	40	50	100	400
5	0,102	40	50	100	400
6	0,09	40	50	100	400
7	0,064	40	50	100	400
8	0,094	40	50	100	400
9	0,095	40	50	100	400
10	0,107	40	50	100	400
11	0,097	40	50	100	400
12	0,09	40	50	100	400
13	0,065	40	50	100	400
14	0,065	40	50	100	400
15	0,07	40	50	100	400

e. *Total dissolved solid (TDS)*

TDS merupakan total padatan terlarut atau biasa disebut juga nilai total zat yang terlarut didalam badan air (Pandiangan et al., 2023). TDS tersusun dari materi alami seperti garam organik dan mineral terlarut. Nilai TDS pada lokasi penelitian tiap stasiun selama periode bulan Maret – November tahun 2023 berkisar antara 53,7 mg/L – 139 mg/L.

f. *Kalsium (Ca)*

Kalsium merupakan salah satu materi logam yang umumnya terdapat di perairan sungai (Fikriyya, 2024). Kalsium di perairan dapat bersumber dari hasil dekomposisi mikroorganisme terhadap biota perairan terutama organ keras (tulang) dari cangkang kerang. Nilai kalsium pada lokasi penelitian selama periode bulan Maret – November tahun 2023 berkisar antara 12 mg/L – 32 mg/L.

g. *Klorida (Cl)*

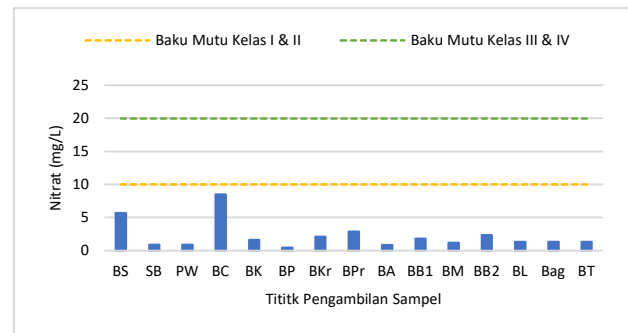
Klorida merupakan senyawa berbentuk ion, ion klorida merupakan salah satu anion utama dengan jumlah paling banyak di perairan (Marwan et al., 2023). Klorida memiliki sifat mudah berikatan dengan unsur lain di perairan, oleh karena itu pencemaran klorida dapat bergerak dalam satu kesatuan (Siringoringo et al., 2019).

h. *Nitrat*

Nitrat merupakan bentuk awal dari nitrogen serta ion anorganik yang terbentuk secara alami di perairan. Nitrat terbentuk dari suatu rangkaian proses oksidasi, yaitu nitrifikasi yang dilakukan oleh mikroorganisme dekomposer di air, dan merupakan proses penting dalam siklus nitrogen di perairan (Alfilaili, 2020).

i. *Fosfat*

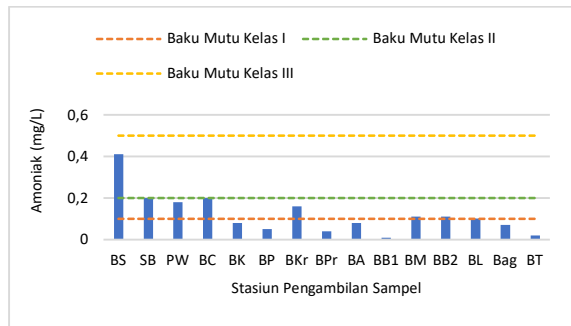
Fosfat adalah senyawa fosfor yang dilengkapi oleh empat atom oksigen pada sudut tetrahedron. Fosfat merupakan salah satu senyawa nutrisi penting bagi organisme perairan. Fosfat berperan penting dalam produktivitas perairan sebagai salah satu faktor utama determinasi jumlah fitoplankton (Hamuna et al., 2018). Hasil analisis kandungan fosfat di DAS Serayu dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Hasil Pengukuran Nitrat dibandingkan baku mutu sesuai PP No. 22 Tahun 2021.

j. *Amoniak (NH₃)*

Hasil pengukuran senyawa Amoniak di DAS Serayu dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Hasil Pengukuran Amoniak dibandingkan baku mutu sesuai PP No. 22 Tahun 2021.

3.1.2. Status mutu air DAS Serayu berdasarkan Metode STORET

Hasil analisis data menggunakan metode **STORET** dengan perbandingan baku mutu PP No. 22 Tahun 2021 Tentang perlindungan dan pengelolaan mutu air untuk perairan kelas I dan II diperoleh nilai status mutu air DAS Serayu di 15 stasiun. Hasil pemantauan yang dilakukan pada bulan maret hingga November 2023 diperoleh skor storet -26 untuk baku mutu kelas II yang tergolong tercemar sedang (-11 s/d -30) dan -40 untuk baku mutu kelas I yang tergolong tercemar berat (≥ 31). **Tabel 6** menyajikan hasil pengukuran status mutu air DAS Serayu menggunakan metode STORET sebagai berikut.

Tabel 6
Penentuan status mutu air dengan Metode **STORET** (Baku Mutu Kelas I).

Parameter	Satuan	Baku Mutu	Hasil pengukuran			Total
			Min	Max	Rata-rata	
pH	-	6 - 9	6,18	8,36	7,4	-6
DO	mg/L	6	1,68	2,97	2,263	0
COD	mg/L	10	13,87	100,87	50,29	-20
Amoniak	mg/L	0,1	0	0,98	0,13	-8
Fosfat	mg/L	0,2	0,09	0,64	0,21	-6
Nitrat	mg/L	10	0,19	32,6	2,79	0
Ca	mg/L	600	17,28	32,48	22,6	0
Klorida	mg/L	300	0,709	25,24	6,23	0
TSS	mg/L	40	2,5E-05	0,4	0,091	0
TDS	mg/L	1000	43	184	100,8	0
Jumlah Total						-40

Jika dibandingkan dengan mutu air kelas II, yaitu untuk keperluan perikanan, maka hasilnya sebagaimana disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7
Penentuan Status Mutu Air dengan Metode Storet (Baku Mutu Kelas II).

Parameter	Satuan	Baku Mutu	Hasil pengukuran			Total
			Min	Max	Rata-rata	
pH	-	6-9	6,18	8,36	7,4	-6
DO	mg/L	4	1,68	2,97	2,263	0
COD	mg/L	25	13,87	100,87	50,29	-12
Amoniak	mg/L	0,2	0	0,98	0,13	-2
Fosfat	mg/L	0,2	0,09	0,64	0,21	-6
Nitrat	mg/L	10	0,19	32,6	2,79	0
Ca	mg/L	600	17,28	32,48	22,6	0
Klorida	mg/L	300	0,709	25,24	6,23	0
TSS	mg/L	50	0,000025	0,4	0,091	0
TDS	mg/L	1000	43	184	100,8	0
Jumlah Total						-26

3.2. Discussions

3.2.1. Kondisi Parameter Fisika Kimia Perairan

a. pH

Nilai pH pada lokasi penelitian tiap stasiun berkisar antara 7,3 – 8,4, nilai ini menunjukkan pH perairan di DAS Serayu

masih memenuhi standar peruntukannya yaitu 6 sampai 9 sesuai dengan PP No. 22 Tahun 2021 Kelas I, II, III, dan IV. Hal ini sesuai dengan pernyataan Ali et al., (2013) dalam Arinda et al., (2023), bahwa Nilai pH 7 (netral) pada umumnya air tidak tercemar. Nilai pH dipengaruhi oleh bahan kimia atau senyawa asing yang masuk ke air, seperti limbah industri dan aktifitas masyarakat disekitar perairan. Organisme perairan memiliki tingkat toleransi yang berbeda-beda, umumnya pada kisaran pH antara asam lemah dengan basa lemah.

b. Dissolved oxygen (DO)

Nilai DO pada lokasi penelitian tiap stasiun berkisar antara 2,2 mg/L – 4,5 mg/L. Hasil pengukuran DO di DAS Serayu masih memenuhi standar baku mutu peruntukannya untuk kelas II, II, & IV yaitu 4 mg/L, 3 mg/L, dan 1 mg/L. Untuk baku mutu kelas I nilai tersebut masih dibawah standar peruntukannya yaitu dibawah 6 mg/L sesuai dengan PP No. 22 Tahun 2021. Hasil penelitian parameter DO pada tiap stasiun menunjukkan konsentrasi yang sesuai dengan standar peruntukannya, namun terdapat beberapa stasiun hilir yang menunjukkan nilai dibawah baku mutu. Rendahnya nilai DO pada stasiun hilir DAS Serayu disebabkan oleh tingginya masukan limbah ke badan air dan tingginya aktifitas antropogenik disekitar perairan. Aktifitas manusia seperti penambangan dan pertanian juga dapat menyebabkan penurunan nilai DO.

c. Chemical oxygen demand (COD)

Nilai COD pada lokasi penelitian tiap stasiun selama periode bulan maret – November tahun 2023 berkisar antara 31,1 mg/L – 66,2 mg/L (Gambar 2). Berdasarkan hasil pengukuran, nilai konsentrasi COD di seluruh stasiun DAS Serayu melebihi nilai ambang batas baku mutu untuk kelas I, II, & III yaitu diatas 10 mg/L, 25 mg/L, dan 40 mg/L. Sedangkan untuk baku mutu kelas IV nilai tersebut masih dibawah standar peruntukannya yaitu 80 mg/L sesuai dengan (PP No. 22 Tahun 2021). Hal ini dapat disebabkan oleh tingginya masukan limbah industri, rumah tangga, pertanian, dan juga penambangan di sekitar hulu dan hilir Sungai. Menurut Lestari et al. (2023), terdapat banyak pepohonan dan rerumputan tidak terawat di seluruh aliran sungai, serta masuknya batang pohon yang sudah layu ke badan air yang dapat meningkatkan proses dekomposisi di perairan.

Tingginya nilai COD menandakan perairan yang tercemar berat. Kondisi ini tidak diuntungkan bagi kegiatan pertanian dan juga perikanan. Nilai COD yang tinggi juga dapat mempengaruhi kehidupan fitoplankton dan menyebabkan rendahnya kandungan oksigen terlarut di air. Hal ini menyebabkan parameter kualitas air seperti DO dan pH menjadi buruk dan berpotensi mengganggu kelangsungan hidup fitoplankton (Aristawidya et al., 2020).

d. Total suspended solid (TSS)

Nilai TSS pada lokasi penelitian selama periode bulan Maret – November tahun 2023 berkisar antara 0,06 mg/L – 0,13 mg/L. Hasil tersebut menunjukkan nilai TSS di DAS Serayu lebih rendah dari nilai ambang batas baku mutu kelas I (40mg/L), kelas II (50 mg/L), kelas III (100 mg/L), dan kelas IV (400 mg/L) (PP No.22 Tahun 2021). Menurut Warman (2015), tinggi rendahnya TSS dapat dipengaruhi oleh faktor alami seperti proses pelapukan batuan dan kegiatan antropogenik seperti Industri seperti pengolahan makanan, tekstil, dan pabrik kimia dapat menyebabkan peningkatan TSS melalui limbah padat yang terbawa air. Aktivitas rumah tangga, seperti pembuangan sampah, penggunaan deterjen, dan pembersihan jalan, juga dapat meningkatkan kadar TSS akibat bahan padat yang terbawa air limbah. Rendahnya nilai TSS menandakan air di DAS Serayu

masih layak untuk digunakan sesuai baku mutu PP No. 22 Tahun 2021 untuk semua kelas.

e. *Total dissolved solid (TDS)*

Nilai TDS pada lokasi penelitian tiap stasiun selama periode bulan Maret – November tahun 2023 berkisar antara 53,7 mg/L – 139 mg/L. Berdasarkan hasil tersebut nilai TDS di DAS Serayu masih memenuhi standar peruntukannya yaitu dibawah baku mutu kelas I, II, & III sebesar 1000 mg/L, dan kelas IV sebesar 2000 mg/L (PP No.22 Tahun 2021). Nilai TDS tertinggi di stasiun 1, Hulu Sungai Serayu Bendung Singomerto, sebesar 138,7 mg/L, disebabkan oleh tingginya zat padat terlarut dari limbah industri, penambangan pasir, perkebunan, dan aktivitas antropogenik. Limbah industri, seperti pabrik tekstil dan pengolahan makanan, mengandung senyawa kimia dan garam yang meningkatkan TDS. Penambangan pasir dan penggunaan pestisida pada perkebunan juga berkontribusi terhadap peningkatan TDS (Saputra et al., 2023).

f. *Kalsium (Ca)*

Nilai kalsium pada lokasi penelitian selama periode bulan Maret – November tahun 2023 berkisar antara 12 mg/L – 32 mg/L. Sumber utama kalsium berasal dari pelarutan batuan kapur, sementara sisa organisme seperti cangkang kerang dan tulang juga menyumbang, meskipun lebih kecil. Selain itu, limbah industri yang mengandung kalsium tinggi dapat meningkatkan kadar kalsium jika dibuang sembarangan. Berdasarkan hasil tersebut, nilai kalsium di DAS Serayu masih memenuhi standar peruntukannya karena lebih rendah dari standar baku mutu PP No. 22 Tahun 2021 yaitu 150 mg/L. Kandungan kalsium di perairan memiliki peran dalam pertumbuhan ikan, kadar kalsium dalam jumlah yang seimbang dapat membantu pertumbuhan tulang benih ikan yang baik dan normal (Islama et al., 2014).

g. *Klorida (Cl)*

Nilai klorida pada lokasi penelitian selama periode bulan Maret – November tahun 2023 berkisar antara 2,8 mg/L – 13,8 mg/L. Hasil tersebut menunjukkan nilai kandungan klorida di DAS Serayu masih sesuai standar peruntukannya menurut baku mutu PP No. 22 Tahun 2021, yaitu dibawah 300 mg/L untuk kelas I, II, & III dan dibawah 600 mg/L untuk kelas IV. Tinggi rendahnya kandungan klorida dalam badan air dipengaruhi oleh masuknya limbah buangan pupuk dari kegiatan pertanian. Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa terdapat ladang persawahan di sekitar hilir Sungai Serayu (Hanifa, 2022).

h. *Nitrat*

Nilai konsentrasi nitrat pada lokasi penelitian di periode bulan maret – November tahun 2023, berkisar antara 0,5 mg/L – 5,7 mg/L. Nilai tersebut masih sesuai standar peruntukannya yaitu dibawah baku mutu kelas I & II sebesar 10 mg/L dan baku mutu kelas III & IV sebesar 20 mg/L sesuai dengan PP No. 22 Tahun 2021. Berdasarkan hasil penelitian, dapat dilihat terjadi peningkatan kadar nitrat pada stasiun hulu DAS Serayu. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian sebelumnya, bahwa tingginya nilai nitrat disebabkan oleh meningkatnya aktivitas antropogenik disekitar hulu DAS Serayu, serta masuknya limbah perkebunan, penambangan, dan industri ke dalam badan air (Yogafanny, 2015). Nilai kadar nitrat di DAS Serayu masih sesuai dengan standar peruntukannya, berdasarkan baku mutu kelas II PP No. 22 Tahun 2021, yakni 10 mg/L (Reza et al., 2023).

i. *Fosfat*

Konsentrasi fosfat pada lokasi penelitian di bulan maret – november tahun 2023 berkisar antara 0,04 mg/L – 0,32 mg/L.

Hampir seluruh nilai Fosfat pada penelitian diatas masih memenuhi standar peruntukannya untuk baku mutu kelas I & II sebesar 0,2 mg/L dan kelas III sebesar 1 mg/L sesuai dengan PP No. 22 Tahun 2021, hanya tiga stasiun yang melebihi nilai ambang baku mutu kelas I & II yaitu Sungai Banjaran (Bendung Banjaran I), Sungai Menyawak (Bendung Menyawak), dan Sungai Kranji (Bendung Banjaran II). Nilai fosfat tertinggi ditemukan pada stasiun hilir, yaitu Sungai Kranji (Bendung Banjaran II). Tingginya nilai fosfat di stasiun tersebut disebabkan oleh banyaknya limbah rumah tangga, serta limbah pertanian yang mengandung pupuk fosfat, limbah industri, dan aktivitas peternakan yang membuang kotoran hewan ke dalam aliran sungai. Pupuk yang digunakan dalam pertanian mengandung senyawa fosfat yang mudah terbawa aliran air, sementara limbah industri dan peternakan juga berkontribusi terhadap peningkatan kadar fosfat dalam air. Hal ini sesuai dengan referensi bahwa limbah seperti deterjen dan sabun cuci piring menjadi salah satu faktor meningkatnya kadar fosfat di air (Esta et al., 2016).

j. *Amoniak (NH₃)*

Amoniak merupakan salah satu senyawa tidak berwarna dengan bau menyengat yang banyak terdapat di perairan. Senyawa ini terbentuk dari aktivitas mikroorganisme dan juga limbah industri yang masuk ke badan air. Amoniak bersifat mudah larut dalam air, selain itu amoniak juga dapat memiliki bentuk kompleks dengan beberapa ion logam. Amoniak yang tidak terionisasi dapat bersifat toksik bagi organisme perairan dan dapat menyebabkan kematian.

Nilai amoniak pada lokasi penelitian berkisar antara 0,41 mg/L – 0,02 mg/L. Berdasarkan hasil penelitian tersebut, diketahui hanya ada 1 stasiun yang mengalami fluktuasi nilai Amoniak yaitu di stasiun hulu (Bendung Singomerto) sebesar 0,41 mg/L. Nilai tersebut melebihi ambang baku mutu kelas I yaitu 0,2 mg/L, kelas II yaitu 0,2 mg/L, dan kelas III yaitu 0,5 mg/L sesuai PP No. 22 Tahun 2021. Walau demikian, nilai Amoniak di stasiun lain masih sesuai dengan standar peruntukannya untuk kelas II. Untuk baku mutu kelas I terdapat tujuh stasiun yang melebihi standar peruntukannya yaitu stasiun 1, 2, 3, 4, 7, 11 dan 12. Hal ini sesuai dengan penelitian lain bahwa tingginya nilai amoniak pada stasiun hulu merupakan akibat dari proses amonifikasi bahan organik seperti sisa metabolisme ikan, sisa pakan, serta bahan organik yang dibawa Sungai. Amonifikasi berupa proses penguraian bahan organik yang mengandung nitrogen (N), seperti sisa metabolisme ikan, sisa pakan, dan bahan organik lainnya, oleh mikroorganisme dalam perairan. Dalam proses ini, mikroba mengubah senyawa organik yang mengandung nitrogen menjadi amonia (NH₃), yang merupakan bentuk amonium yang dapat terlarut dalam air. Proses ini terjadi terutama di perairan yang kaya bahan organik, seperti di hulu sungai yang banyak menerima limbah organik.

Di hulu Sungai Serayu, limbah organik dapat berasal dari aktivitas pertanian, pembuangan sampah, serta limbah rumah tangga. Selain itu, sisa metabolisme ikan dan pakan yang tidak habis sering terurai dan mengandung nitrogen yang dapat diserap oleh mikroorganisme untuk menghasilkan amonia. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa wilayah hulu Sungai Serayu memang memiliki konsentrasi bahan organik yang tinggi, yang menyebabkan proses amonifikasi intensif. Hasil penelitian oleh (Arinda, 2024) mengungkapkan bahwa pencemaran bahan organik di hulu Serayu berkontribusi pada tingginya kadar amoniak di sana. Oleh karena itu, tingginya nilai amoniak di stasiun hulu Sungai Serayu dapat dihubungkan dengan akumulasi bahan organik yang terurai melalui proses amonifikasi.

3.2.2. Status mutu air DAS Serayu Berdasarkan Metode STORET

Berdasarkan Tabel 6, kondisi kualitas air di DAS Serayu dari segi parameter fisika kimia dibandingkan dengan baku mutu kelas I termasuk kedalam kategori kelas "D" yaitu tercemar berat. Nilai parameter DO, Amoniak, Nitrat, Ca, Klorida, TSS, dan TDS pada setiap stasiun pengambilan sampel masih sesuai standar peruntukannya, sedangkan nilai parameter pH, COD, dan Fosfat tidak memenuhi standar baku mutu kelas I sesuai PP No. 22 Tahun 2021 (Safrie & Abdi, 2022). Aktivitas masyarakat di sekitar DAS Serayu, seperti MCK, penambangan pasir, menangkap ikan, industri, dan pertanian, dapat menyebabkan pencemaran air (Lukmanulhakim *et al.*, 2023). Kondisi ini menunjukkan bahwa limbah domestik dari MCK, sedimen dari penambangan pasir, serta penggunaan pestisida dan pupuk dalam pertanian menyebabkan pencemaran air. Selain itu, limpasan limbah industri dan sampah yang berserakan juga turut memperburuk kondisi lingkungan.

Berdasarkan Tabel 7, kondisi kualitas air di DAS Serayu dari segi parameter fisika dan kimia termasuk kedalam kategori kelas "C" atau tercemar sedang. Nilai parameter DO, Amoniak, Nitrat, Ca, Klorida, TSS, dan TDS pada setiap stasiun pengambilan sampel masih sesuai standar peruntukannya, sedangkan nilai parameter pH, COD, dan Fosfat tidak memenuhi standar baku mutu kelas II sesuai PP No. 22 Tahun 2021. Metode STORET dihitung berdasarkan nilai minimum, maksimum, dan rata-rata dari data pengambilan sampel kualitas air. Semakin banyak parameter kualitas air yang diukur maka penentuan status mutu air akan semakin akurat, selain itu jika parameter tersebut tidak melebihi ambang batas dalam waktu yang lama akan semakin baik status mutu airnya (Aristawidya *et al.*, 2020).

4. Conclusion

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa secara keseluruhan, kualitas air di DAS Serayu masih dalam ambang batas aturan yang ditetapkan. pH dan DO (Dissolved Oxygen) menunjukkan nilai normal yang mengindikasikan keseimbangan kimia dan oksigen terlarut yang baik dalam air. Parameter TSS, TDS, kalsium, klorida, nitrat, dan fosfat semuanya masih memenuhi standar kualitas air yang ditetapkan, menunjukkan kondisi fisik dan kimia air yang umumnya baik. Nilai COD menunjukkan pencemaran berat, yang mengindikasikan adanya beban organik tinggi dalam air yang memerlukan oksigen untuk dekomposisi. Selain itu, konsentrasi amoniak menunjukkan fluktuasi yang mungkin mencerminkan variasi sumber polusi atau kondisi lingkungan yang berubah-ubah. Dengan demikian, DAS Serayu untuk kelas II termasuk dalam kategori kelas C yang artinya kualitas air disana tercemar ringan. hal ini dibuktikan dari nilai STORET yang diperoleh yaitu -26, mengindikasikan adanya pencemaran yang masih dalam batas toleransi ringan. Sedangkan untuk kelas I DAS Serayu termasuk dalam kategori kelas D yaitu tercemar berat.

Acknowledgement

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Jenderal Soedirman (UNSOED) atas pendanaan Hibah Penelitian Skema Riset dasar Unsoed atas nama Nuning Vita Hidayati berdasarkan SK Rektor Universitas Jenderal Soedirman Nomor: 770/UN23/PT.01.02/2024 dengan No. Kontrak nomor kontrak 26.480/UN23.35.5/PT.01/II/2024 dan BPSDA Serayu-Citanduy, beserta seluruh tim riset DAS Serayu.

Bibliography

Alfilaili, F.N. 2020. Perbandingan berbagai metode penentuan status mutu air di SITU Cibuntu, Cibinong, Bogor, Jawa Barat. Skripsi. Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Arinda, E.S., Wahyono, H.D., Santoso, A.D., Yudo, S., Hernaningsih, T., Said, N.I., and Widayat, W. 2024. Using continuous online monitoring measurements to determine the Serayu River's water quality status. *In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1388, 1, p. 012043. IOP Publishing.

Aristawidya, M., Hasan, Z., Iskandar, I., Yustiawati, Y., dan Herawati, H. 2020. Status pencemaran Situ Gunung Putri di Kabupaten Bogor berdasarkan Metode STORET dan Indeks Pencemaran. *Limnotek: Perairan Darat Tropis Di Indonesia*, 27(1): 27-38.

Arnop, O., Budiyanto, B., dan Saefuddin, R. 2019. Kajian evaluasi mutu Sungai Nelas dengan metode storet dan indeks pencemaran. *Penelitian Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan*, 8(1): 15-24.

Environmental Protection Agency. 1977. *STORET User Handbook*. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Water and Hazardous Materials.

Erlangga, G., dan Andi, A. 2023. Sungai Serayu dalam tinjauan sejarah maritim: Peran dan perkembangannya di Cilacap pada masa Hindia Belanda, 1830-1942. *Ilmu Sejahtera dan Pendidikan*, 7(1): 94-108. <https://doi.org/10.29408/fhs.v7i1.12040>.

Esta, K.A., Suarya, P., dan Suastuti, D.A. 2016. Penentuan status mutu air Tukad Yeh Poh Dengan Metode Storet. *Kimia*, 10(1): 65-67.

Fikriyya, N., Putri, D.F., Jatmoko, B.E., dan Firdaus, A.M. 2024. Distribusi Kalsium (Ca) pada Daerah Aliran Sungai Serayu. *MAIYAH*, 3(3), 200-208.

Hamuna, B., Tanjung, R.H., dan Maury, H. 2018. Kajian kualitas air laut dan indeks pencemaran berdasarkan parameter fisika-kimia di Perairan Distrik Depapre, Jayapura. *Ilmu Lingkungan*, 16(1): 35-43.

Hanifa, H. Widyasunu, P., dan Suwardi, S. 2022. Identifikasi tanah lahan kering terdegradasi di Sub DAS Logawa, Banyumas, Jawa Tengah, Indonesia. *Agroteknologi Merdeka Pasuruan*, 6(1): 22-30.

Irfannur, I., dan Khairan, K. 2021. Analisis parameter fisika kimia kualitas perairan di Sungai Krueng Mane Aceh Utara. *Arwana: Jurnal Ilmiah Program Studi Perairan*, 3(1): 16-23. <https://doi.org/10.51179/jipsbp.v3i1.450>.

Islama, D., Nirmala, K., dan Widiyati, A. 2014. Peningkatan pertumbuhan benih ikan Tengadak, *Barbonymus schwanenfeldii* (Bleeker 1853) melalui pengaturan salinitas dan kalsium. *Iktiologi Indonesia*, 14(2): 135-143.

Kementerian Negara Lingkungan Hidup. 2003. *Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air*. Jakarta: Kementerian Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia.

Lanang, R.N., dan Sururi, M.R. 2022. Penentuan status mutu air sungai di kegiatan konstruksi PLTU Kotabaru dengan STORET dan Indeks Pencemaran. *Pengelolaan*

- Lingkungan Berkelanjutan (Journal of Environmental Sustainability Management)*, 6(3): 180-193. <https://doi.org/https://doi.org/10.36813/jplb.6.3.180-193>.
- Lestari, S.D., Wardhono, N.A.S., Fikriyya, N., Ulinuha, M.R., dan Hidayati, N.V. 2023. Determinasi status mutu air Daerah Aliran Sungai (DAS) Serayu menuju pengelolaan DAS berkelanjutan. *Perikanan Unram*, 13(4): 941-950.
- Lukmanulhakim, R.C., Hidayati, N.V., dan Baedowi, M. 2023. Analisis kandungan logam berat Kadmium (Cd) dan Kromium (Cr) pada matriks air di Sungai Pelus Kabupaten Banyumas, Jawa Tengah. *Maiyah*, 2(1): 41-50.
- Marwan, D.A., Haryono, E., Pitoyo, A.J., Adji, T.N., dan Ramadhan, G.S. 2023. Analisis kualitas dan status mutu air di Sungai Sumurup, Kabupaten Gunungkidul: Analysis of water quality status on Sumurup River, Gunungkidul Regency. *Teknologi Lingkungan*, 24(2): 127-136.
- Pandiangan, Y.S., Zulaikha, S., Wardo, W., dan Yudo, S. 2023. Status kualitas air Sungai Ciliwung berbasis pemantauan online di wilayah DKI Jakarta ditinjau dari parameter Suhu, pH, TDS, DO, DHL, dan Kekeruhan. *Teknologi Lingkungan*, 24(2): 176-182.
- Pemerintah Republik Indonesia. 2021. *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup*. Jakarta: Kementerian Sekretariat Negara Republik Indonesia.
- Rahmawati, R., Jasman, J., dan Jabbar, A. 2018. Studi kualitas air sumur masyarakat Kecamatan Soreng Kota Parepare. *Seminar Nasional Sinergitas Multidisiplin Ilmu Pengetahuan dan Teknologi*, 1: 104-110.
- Retyanto, B.D. 2016. Analisis faktor penyebab longsor tebing Daerah Aliran Sungai Serayu untuk pertimbangan sebagai daerah pemukiman di Kabupaten Wonosobo. *Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat UNSIQ*, 3(2): 82-88. <https://doi.org/10.32699/ppkm.v3i2.341>.
- Reza, K., Marlina, N., dan Rahmawati, S. 2023. Penentuan status mutu air sungai Winongo pada parameter Fosfat, Nitrat, dan Amonia menggunakan Metode Storet, Indeks Pencemaran, CCMEWQI dan BCWQI. *Sains & Teknologi Lingkungan*, 15(1): 1-17.
- Romdania, Y., Herison, A., Susilo, G.E., dan Novilyansa, E. 2018. Kajian penggunaan Metode IP, Storet, dan CCME WQI dalam menentukan status kualitas air. *Spatial Wahana Komunikasi dan Informasi Geografi*, 18(1): 1-14.
- Safrie, M., dan Abdi, C. 2022. Penentuan status mutu air Sungai Martapura di Kota Banjarmasin menggunakan Metode Storet. *Jukung: Jurnal Teknik Lingkungan*, 8(2): 11-21.
- Saputra, C., Andiani, L., dan Wibowo, E. 2023. Assesmen kualitas air pada budidaya ikan nila dan lele di Desa Citeurup. *Prosiding Konferensi Nasional Pengabdian Kepada Masyarakat dan Corporate Social Responsibility (PKM-CSR)*, 6: 1-5.
- Sari, R.N., Istirokhatun, T., dan Sudarno, S. 2014. Analisis penentuan kualitas air dan status mutu Sungai Progo Hulu Kabupaten Temanggung (Doctoral dissertation, Diponegoro University).
- Sarjanti, E., dan Suwarsito. 2014. Analisa spasial pencemaran logam berat pada sedimen dan biota air di Muara Sungai Serayu Kabupaten Cilacap. *Geo Edukasi*, 3(1): 10-24.
- Siringoringo, Pardamean, L., Reza, R., dan Nababan, J. 2019. Hydrogeochemical and groundwater assessment for drinking purpose at ITERA campus area and its surroundings. *Journal of Geoscience, Engineering, Environment, and Technology*, 4(1): 40-48.
- United States Environmental Protection Agency (US-EPA). 1977. *Quality criteria for water*. Washington, D.C.: U.S. Environmental Protection Agency.
- Yogafanny, E. 2015. Pengaruh aktifitas warga di sempadan sungai terhadap kualitas air Sungai Winongo. *Sains & Teknologi Lingkungan*, 7(1): 29-40.