

ANALISIS DAYA TAMPUNG BEBAN PENCEMARAN SUNGAI TELOMOYO KABUPATEN KEBUMEN, JAWA TENGAH

Analysis of Pollution Load Capacity of Telomoyo River in Kebumen Regency, Central Java

Titan Yuri Mahaka, Haeruddin, Siti Rudiyantri

Departemen Sumber Daya Akuatik, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof Jacob Rais, Tembalang, Semarang, Indonesia 50275; Telephone/Fax: 024-76480685
Email: titanyr.mahaka@gmail.com, haeruddindaengmile@gmail.com, st_rudiyantri@yahoo.com

Diserahkan tanggal: 13 Desember 2024, Revisi diterima tanggal: 1 Februari 2025

ABSTRAK

Sungai Telomoyo dimanfaatkan masyarakat untuk kegiatan pertanian, perikanan, industri, dan pemukiman penduduk yang berpotensi menjadi sumber pencemaran sehingga menyebabkan penurunan kualitas perairan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kesesuaian hasil uji variabel kualitas air dengan baku mutu air sungai kelas II menurut Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 dan menghitung daya tampung beban pencemaran Sungai Telomoyo berdasarkan variabel suhu, TSS, pH, DO, BOD₅, dan COD. Penelitian dilaksanakan pada bulan Juli – Agustus 2024 dan uji variabel kualitas air dilakukan di UPTD Laboratorium Lingkungan, Kabupaten Kebumen. Metode penelitian yang digunakan yaitu metode survei dengan pendekatan kuantitatif. Pengambilan sampel menggunakan metode *grab sample* pada tiga stasiun dengan karakteristik berbeda. Analisis data dilakukan untuk penentuan status mutu air dengan Indeks Pencemaran dan daya tampung beban pencemaran sungai. Variabel kualitas air yang memenuhi baku mutu air sungai kelas II yaitu suhu, TSS, pH, dan DO, namun untuk BOD₅ dan COD sudah melampaui baku mutu. Nilai IP menunjukkan bahwa Sungai Telomoyo termasuk kategori tercemar ringan. Beban pencemaran tertinggi berasal dari COD dengan rata-rata sebesar 353.573,32 kg/hari dan beban pencemaran terendah berasal dari BOD₅ dengan rata-rata sebesar 44.179,04 kg/hari. Rata – rata nilai daya tampung beban pencemaran terhadap TSS yaitu sebesar 419.169,60 kg/hari dan nilai tersebut masih sesuai dengan baku mutu dan belum melebihi daya tampung sungai. Sedangkan rata-rata nilai daya tampung beban pencemaran terhadap BOD₅ dan COD yaitu sebesar 25.150,18 kg/hari dan 209.584,80 kg/hari, dimana nilai tersebut sudah melampaui daya tampung sungai.

Kata Kunci: Beban Pencemaran, Daya Tampung, Indeks Pencemaran, Kualitas Air, Sungai Telomoyo

ABSTRACT

Telomoyo River is widely used by the local community for agriculture, fisheries, industry, and settlements it has the potential to become a source of pollution that causes a decrease in water quality. This research aims to determine the suitability of water quality variables test result with class II river water quality standards according to Government Regulation No. 22 of 2021 and calculate the capacity of the Telomoyo River pollution load based on temperature, TSS, pH, DO, BOD₅, and COD variables. The research was conducted from July to August 2024 and the water quality variables test was conducted at UPTD Environmental Laboratory, Kebumen Regency. The research method used is a survey method with a quantitative approach. Sampling using the grab sample method at three stations with different characteristics that have been determined. Data analysis was carried out to determine the status of water quality with the Pollution Index and river pollution load capacity. Water quality variables that accordance with class II river water quality standards are temperature, TSS, pH, and DO, but for BOD₅, and COD have exceeded quality standards. IP value shows that the Telomoyo River is categorized as lightly polluted. The highest pollution load comes from COD with an average of 353.573,32 kg/day and the lowest pollution load comes from BOD₅ with an average of 44.179,04 kg/day. The average value of pollution load capacity for TSS is 419.169,60 kg/day and still in accordance with quality standards and not exceeded the capacity of the river. While the average value of pollution load capacity for BOD₅ and COD is 25.150,18 kg/day and 209.584,80 kg/day and has exceeded the quality standards and the capacity of the river.

Keywords: Carrying Capacity, Pollution Index, Pollution Load, Telomoyo River, Water Quality

PENDAHULUAN

Sungai Telomoyo terletak di wilayah Kabupaten Kebumen yang memiliki Daerah Aliran Sungai (DAS) seluas 553,22 km², wilayah tersebut termasuk dalam kategori wilayah pegunungan dan dataran tropis (Nugrahanto *et al.*, 2022). Sungai Telomoyo banyak dimanfaatkan masyarakat setempat untuk berbagai kegiatan seperti pembuangan limbah rumah tangga, aktivitas pemanfaatan lahan untuk kegiatan peternakan dan perikanan yang terdapat di sekitar Sungai Telomoyo. Berbagai aktivitas ini dapat berpotensi menghasilkan limbah, baik secara langsung ataupun tidak langsung, sehingga dapat menyebabkan pencemaran dan penurunan kualitas perairan sungai. Pentingnya sungai terhadap berbagai kebutuhan manusia, maka air tersebut harus memiliki kualitas yang baik. Kualitas air sungai yang baik menjadi faktor penentu dalam memastikan akses masyarakat terhadap air bersih.

Pencemaran sungai yang disebabkan oleh masuknya bahan-bahan pencemar dari pembuangan limbah menjadi suatu hal yang bersifat negatif terhadap sungai. Pencemaran tersebut dapat menyebabkan adanya perubahan kualitas air yang dilihat dari faktor fisik, kimia, dan biologi. Menurut Hendrianti *et al.*, (2014), menyatakan bahwa sungai secara alami memiliki batas kemampuan untuk memulihkan diri dari bahan-bahan pencemar, dimana kemampuan tersebut tidak dapat bekerja secara optimal apabila bahan pencemar yang masuk ke sungai dalam jumlah yang besar. Kemampuan yang dimaksud disebut dengan *self purification* yang berperan untuk menjaga agar pencemaran yang terjadi tidak melampaui ambang batas. Kemampuan *self purification* ini menentukan batas maksimum polutan yang dapat ditampung oleh sungai (Arbie *et al.*, 2015).

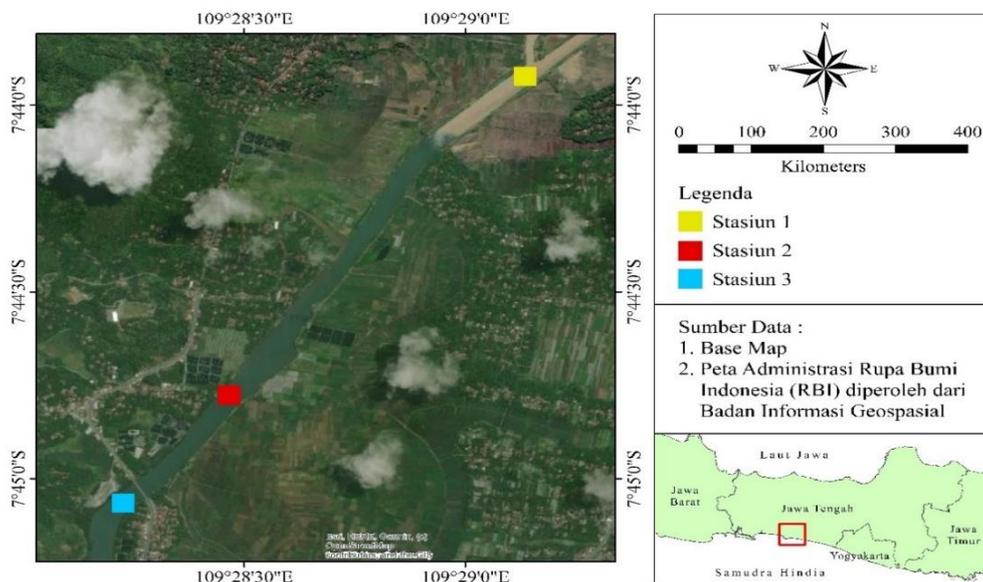
Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui status pencemaran dan daya tampung beban pencemaran Sungai Telomoyo. Sama halnya dengan penelitian di beberapa tempat mengenai perhitungan nilai daya tampung beban pencemaran sungai yang digunakan sebagai penentu kualitas air sungai. Perhitungan daya tampung beban pencemaran penting dilakukan untuk mengendalikan polutan yang masuk ke badan sungai dan bertujuan agar kualitas air Sungai Telomoyo sesuai dengan baku mutu dan dapat dimanfaatkan sesuai dengan peruntukannya. Informasi yang diperoleh dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu upaya dalam pengendalian pencemaran perairan Sungai Telomoyo. Selain itu, masih kurangnya informasi mengenai status mutu air dan analisis daya tampung beban pencemaran Sungai Telomoyo sehingga penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi kepada khalayak umum.

METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Juli – Agustus 2024. Pengambilan sampel dilakukan di Sungai Telomoyo dan uji variabel kualitas air dilakukan di UPTD Laboratorium Lingkungan Kabupaten Kebumen, Jawa Tengah.

Lokasi penelitian dibagi menjadi 3 stasiun dengan karakteristik berbeda. Stasiun 1 berada di Desa Adiwarno pada bagian *upper stream* sungai yang alirannya terletak sebelum sumber pencemar. Stasiun 2 berada di Desa Jladri pada bagian *mid stream* sungai yang alirannya terletak dekat dengan sumber pencemar. Stasiun 3 berada di Desa Jladri pada bagian *lower stream* sungai yang alirannya terletak setelah sumber pencemar.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Materi dan Metode

Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel air yang diambil dari Sungai Telomoyo. Sampel digunakan untuk analisis status mutu air dan daya tampung beban pencemaran sungai. Variabel kualitas air yang diamati yaitu suhu, TSS, pH, DO, BOD₅, dan COD. Variabel suhu dan pH diuji secara *on site*, sedangkan variabel TSS, DO, BOD₅, dan COD disimpan dalam botol sampel dan dibawa ke laboratorium untuk diuji konsentrasinya.

Alat yang digunakan dalam penelitian yaitu GPS untuk menentukan titik koordinat, botol sampel, roll meter, *secchi disc*, *current* meter, pH meter digital, alat tulis, dan kamera *handphone* untuk dokumentasi. Botol Winkler 100 ml untuk menempatkan contoh uji dalam pengujian DO dan BOD₅. *Micropipette* 100-1000 µl, buret digital, Spektrofotometer UV-Vis untuk mengukur nilai absorbansi contoh uji pada panjang gelombang tertentu pada pengujian COD, tabung ampul 16 mm x 100 mm, dan termoreaktor. Oven listrik, desikator, pinset, timbangan analitik, pipet volumetrik, media penimbang, dan kaca masir sebagai alat penyaring dalam pengujian TSS.

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah mangan sulfat (MnSO₄), alkali iodide azida (NaOH-KI), asam sulfat pekat (H₂SO₄), natrium thiosulfat (Na₂S₂O₃), amilum/kanji, laurutan nutrisi sebagai makanan untuk bakteri aerob dan bibit suspensi mikroba sebagai bibit mikroba pada pengujian konsentrasi BOD₅, larutan *digestion solution* sebagai katalis pada pengujian konsentrasi COD, pereaksi asam sulfat, larutan baku Kalium Hidrogen Phtalat (KHP) sebagai larutan standar penentuan konsentrasi COD, dan *microglass-fiber filter* ukuran 0,7 µm -1,5 µm sebagai pemisah antara cairan dan padatan pada pengujian konsentrasi TSS, serta peta administrasi Rupa Bumi Indonesia (RBI) untuk pembuatan peta lokasi.

Prosedur Penelitian

Metode penelitian yang digunakan yaitu metode survei dengan pendekatan kuantitatif. Metode survei merupakan metode yang digunakan untuk mendapatkan fakta - fakta dari fenomena yang ada dan mencari informasi secara faktual. Metode survei digunakan pada sekelompok objek dengan asumsi bahwa objek yang diteliti sudah mewakili populasi yang diamati (Sari *et al.*, 2016). Metode survei digunakan dalam penentuan lokasi pengambilan sampel berdasarkan hasil observasi lapangan dan pertimbangan terhadap kondisi daerah tersebut. Pengambilan sampel air menggunakan metode *grab sample*, dimana pengambilan sampel dilakukan secara langsung dan sesaat dari badan air lokasi penelitian yang menggambarkan karakteristik air pada saat pengambilan sampel (Effendi, 2003).

Prosedur penelitian dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. Menentukan 3 stasiun pada bagian sungai yang menjadi lokasi titik pengambilan sampel. Stasiun pertama berada pada bagian *upper stream* sungai yang alirannya terletak sebelum sumber pencemar. Stasiun kedua berada pada bagian *mid stream* sungai yang alirannya terletak dekat dengan sumber pencemar. Stasiun ketiga berada pada bagian *lower stream* sungai yang alirannya terletak setelah sumber pencemar. Pada masing-masing stasiun tersebut dibagi menjadi beberapa segmen dan dilakukan pengambilan sampel, pengukuran kedalaman sungai, kecepatan arus, dan penentuan titik koordinat.
2. Pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan metode *grab sample*, dimana sampel diambil secara langsung dari badan air pada periode waktu tertentu di titik pengambilan sampel serta dalam jarak yang telah ditentukan.
3. Pengujian suhu dan pH air dilakukan secara *on-site* pada lokasi pengambilan sampel. Pengujian suhu air mengacu pada *Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater 23rd Edition* 2550-2017 dan pengujian pH air mengacu pada SNI 6989.11:2019.
4. Sampel dimasukkan ke dalam botol sampel sesuai peruntukannya pada masing-masing stasiun penelitian.
5. Sampel tersebut dibawa ke laboratorium untuk di uji sesuai dengan variabel kualitas air yang diamati, yaitu TSS, DO, BOD₅, dan COD.
6. Metode pengujian konsentrasi TSS mengacu pada SNI 6989.3:2019, pengujian konsentrasi DO mengacu pada SNI 06-6989.14-2004, pengujian konsentrasi BOD₅ mengacu pada SNI 6989.72-2009, dan pengujian konsentrasi COD mengacu pada SNI 6989.2:2019.

Analisis Data

Analisis data dilakukan untuk membandingkan hasil uji variabel kualitas air yang menjadi indikator dalam penentuan tingkat pencemaran dengan status mutu air melalui metode Indeks Pencemaran (IP), serta menghitung daya tampung beban pencemaran pada lokasi penelitian dalam satuan kg/hari.

a. Analisis status mutu air

Indeks Pencemaran (IP) merupakan salah satu metode yang digunakan dalam penentuan status mutu air. Metode ini memungkinkan untuk mengetahui hubungan antara tingkat pencemaran dengan dapat atau tidaknya air sungai untuk penggunaan tertentu sesuai dengan konsentrasi variabel kualitas air yang terukur dengan baku mutu yang telah ditetapkan (Effendi *et al.*, 2015). Rumus perhitungan nilai Indeks Pencemaran adalah sebagai berikut (Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 115 Tahun 2003) :

$$IP = \sqrt{\frac{\left(\frac{Ci}{Lij}\right)^2 M + \left(\frac{Ci}{Lij}\right)^2 R}{2}}$$

Keterangan:

- IP_j : Indeks Pencemaran bagi peruntukan (j)
- Ci : konsentrasi variabel kualitas air terukur
- Lij : baku mutu variabel kualitas air
- (Ci/Lij) M : nilai Ci/Lij maksimum
- (Ci/Lij) R : nilai Ci/Lij rata-rata

Menurut Agustin (2024), terdapat kekhususan untuk DO karena di dalam peraturan disebutkan bahwa nilai baku mutunya merupakan batas minimal, sehingga menggunakan rumus :

$$\frac{Ci}{Lij} \text{ baru} = \frac{Cim - Ci \text{ hasil}}{Cim - Lij}$$

dimana Cim merupakan nilai maksimum dari variabel. Jika Ci/Lij > 1 maka harus di lanjutkan ke rumus :

$$\frac{Ci}{Lij} \text{ baru} = 1 + 5 \log \frac{Ci}{Lij}$$

Sedangkan untuk suhu dan pH yang mempunyai rentang pada baku mutunya, maka menggunakan rumus sebagai berikut (Agustin, 2024):

$$Ci < Li \text{ rata-rata baku mutu} : \frac{Ci}{Lij \text{ baru}} = \frac{Ci - Li \text{ rerata}}{Li \text{ min} - Li \text{ rerata}}$$

$$Ci > Li \text{ rata-rata baku mutu} : \frac{Ci}{Lij \text{ baru}} = \frac{Ci - Li \text{ rerata}}{Li \text{ max} - Li \text{ rerata}}$$

Nilai Indeks Pencemaran dikategorikan menjadi empat kelas menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 115 Tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air :

Tabel 1. Klasifikasi kualitas mutu air berdasarkan Indeks Pencemaran

Indeks Pencemaran (IP)	Mutu Perairan
0 ≤ IP ≤ 1,0	Memenuhi baku mutu
1,0 ≤ IP ≤ 5,0	Tercemar ringan
5,0 ≤ IP ≤ 10	Tercemar sedang
IP > 10	Tercemar berat

b. Analisis beban pencemaran sungai

Analisis beban pencemaran harian sungai dihitung melalui beberapa tahap, perhitungan beban pencemaran sungai adalah sebagai berikut (Busyairi *et al.*, 2019):

Perhitungan debit air

Perhitungan mengacu pada SNI 8066:2015 tentang Tata cara pengukuran debit aliran sungai dan saluran terbuka menggunakan alat ukur arus dan pelampung.

$$Q = W_1 \left(\frac{d_0+d_1}{2}\right) \frac{V_0+V_1}{2} + \dots + W_n \left(\frac{d_n+d_{n+1}}{2}\right) \frac{V_n+V_{n+1}}{2}$$

Keterangan:

- Q : debit air sungai (m³/s)
- W : lebar segmen (m)
- d : kedalaman (m)
- V : kecepatan rata-rata pada luas penampang basah (m/s)

Perhitungan Beban Pencemar Maksimum (BPM)

$$BPMs = Qs \times C_{BM} \times f$$

Keterangan:

- BPMs : Beban Pencemar Maksimum (kg/hari)
- Qs : debit air sungai (m³/s)
- C_{BM} : konsentrasi unsur pencemar sesuai baku mutu (mg/L) berdasarkan Lampiran VI PP No. 22 Tahun 2021
- f : faktor konversi = 86,4 kg/hari

Perhitungan Beban Pencemar Aktual (BPA)

$$BPAs = Qs \times C_M \times f$$

Keterangan:

- BPAs : Beban Pencemar Aktual (kg/hari)
- Qs : debit air sungai (m³/s)
- C_M : konsentrasi unsur pencemar yang terukur (mg/L)
- f : faktor konversi = 86,4 kg/hari

c. Analisis daya tampung beban pencemaran sungai

$$DTBP = BPM - BPA$$

Keterangan:

- DTBP : Daya Tampung Beban Pencemaran (kg/hari)
- BPM : Beban Pencemaran Maksimum (kg/hari)
- BPA : Beban Pencemaran Aktual (kg/hari)

HASIL DAN PEMBAHASAN

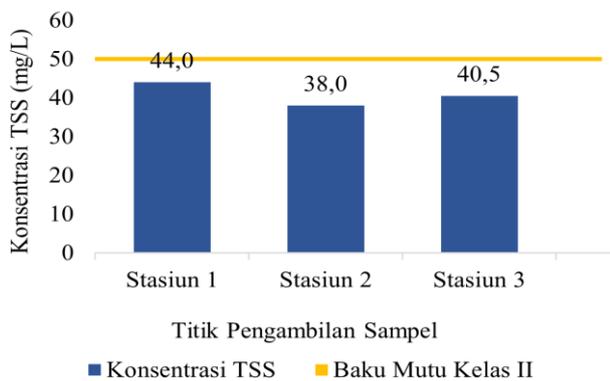
Kesesuaian konsentrasi variabel kualitas air dengan baku mutu berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 kelas II

Hasil pengujian terhadap variabel kualitas air berupa suhu, TSS, pH, DO, BOD₅, dan COD yang didapatkan kemudian dibandingkan dengan baku mutu kualitas air sungai berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup kelas II. Hal ini dilakukan untuk mengetahui kesesuaian hasil pengujian variabel kualitas air dengan baku mutu untuk peruntukan pada kelas II. Pengujian variabel kualitas air utama dalam penelitian ini adalah suhu air, TSS, pH, DO, BOD₅, dan COD. Sedangkan variabel lainnya dijadikan sebagai variabel pendukung. Hasil pengujian variabel kualitas air Sungai Telomoyo dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Variabel Kualitas Air Sungai Telomoyo

No.	Variabel Kualitas Air	Satuan	Titik Pengambilan Sampel			Baku Mutu Kelas II
			Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3	
Variabel Fisika dan Kimia						
1.	Suhu air	°C	26,7*	26,0*	26,0*	Dev 3
2.	TSS	mg/L	44,0*	38,0*	40,5*	< 50
3.	pH	-	8,46*	8,52*	8,54*	6 - 9
4.	DO	mg/L	7,16*	7,52*	8,71*	> 4
5.	BOD ₅	mg/L	6,05**	6,50**	4,13**	< 3
6.	COD	mg/L	46,2**	37,1**	43,5**	< 25
Variabel yang tidak dipersyaratkan dalam baku mutu						
1.	Debit	m ³ /s	65,27	87,12	138,70	#
2.	Kecepatan arus	m/s	0,57	0,55	0,77	#
3.	Kedalaman	m	2,40	2,33	3,98	#
4.	Kecerahan	m	0,87	1,06	0,87	#

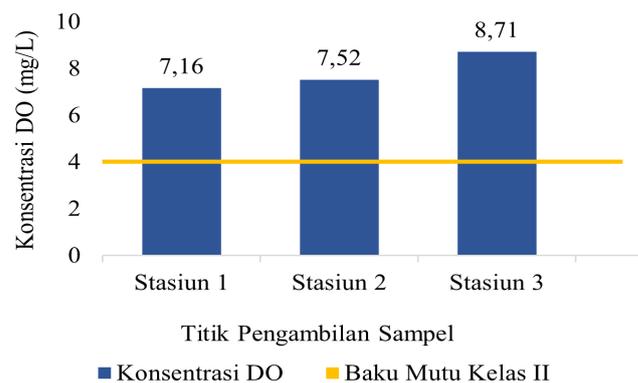
Keterangan: (*) memenuhi baku mutu; (**) tidak memenuhi baku mutu; (#) tidak dipersyaratkan baku mutu



Gambar 2. Hasil Pengujian Konsentrasi TSS

Berdasarkan Gambar 2. konsentrasi TSS yang didapatkan pada masing-masing stasiun penelitian memiliki konsentrasi yang sesuai dengan baku mutu kualitas air kelas II. Pada stasiun 1, konsentrasi TSS yang didapatkan sebesar 44,0 mg/L dan merupakan TSS tertinggi dari seluruh stasiun penelitian. Stasiun 1 merupakan tempat pertemuan antara Sungai Telomoyo dengan Sungai Kalijatinegara dan Sungai Gombang, dimana sebagai tempat terakumulasi sungai-sungai yang ada di bagian *upper stream*. Sesuai dengan pernyataan Safar *et al.*, (2022), dalam studi kasus di Sungai Tawaeli, Sulawesi Tengah yang menyatakan bahwa peningkatan TSS dapat disebabkan karena adanya erosi dan peningkatan sedimen yang terjadi di titik pertemuan anak sungai. Selain itu, konsentrasi TSS yang tinggi pada stasiun 1 juga dapat dipengaruhi oleh kecepatan arus yang tinggi pada saat pengambilan data. Hal ini sesuai dengan Anwar *et al.*, (2020), yang menyatakan kecepatan arus dapat menyebabkan pengadukan sedimen di dasar perairan, sehingga partikel sedimen tersuspensi di dalam air.

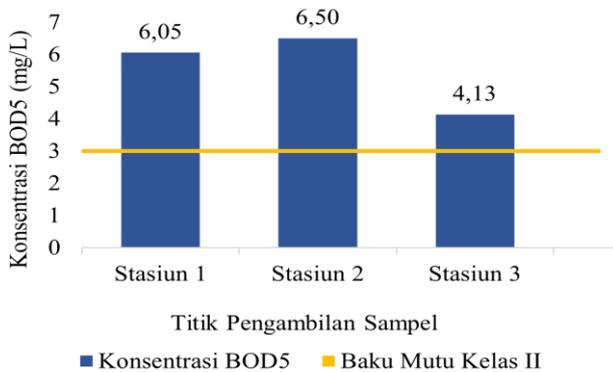
Konsentrasi TSS pada stasiun 2 mengalami penurunan diikuti dengan meningkatnya nilai kecerahan. Apabila nilai kecerahan sungai meningkat, maka padatan tersuspensi di dalam air cenderung mengalami penurunan (Siswanto, 2015). Kecerahan perairan yang terukur pada masing-masing stasiun yaitu 0,87 m, 1,06 m, dan 0,87 m, dimana nilai tersebut masih memenuhi nilai optimum kecerahan perairan dan sesuai dengan Asmawi *dalam* Kinanti *et al.*, (2014), bahwa nilai yang baik untuk kecerahan perairan sungai yaitu > 0,45m. Sedangkan pada stasiun 3, konsentrasi TSS mengalami kenaikan. Peningkatan TSS pada stasiun ini dapat disebabkan karena padatan tersuspensi yang terbawa aliran sungai menuju bagian hilir sungai akan terakumulasi, sehingga konsentrasi TSS pada bagian *lower stream* meningkat dan kecerahan mengalami penurunan. Hal ini sesuai dengan pernyataan yang disampaikan oleh Purba *et al.*, (2018), yang menyatakan bahwa konsentrasi TSS yang meningkat akan menyebabkan terjadinya penurunan kecerahan air karena banyaknya partikel yang masuk ke dalam air dan meningkatkan sedimen tersuspensi.



Gambar 3. Hasil Pengujian Konsentrasi DO

Berdasarkan Gambar 3. konsentrasi DO (*Dissolved Oxygen*) yang didapatkan pada masing-masing stasiun penelitian masih sesuai dengan baku mutu kualitas air kelas II karena konsentrasi yang didapatkan lebih dari batas minimum, yaitu 4 mg/L. Diketahui bahwa konsentrasi DO di setiap stasiun mengalami peningkatan. Peningkatan konsentrasi DO yang terjadi dapat disebabkan karena adanya penurunan suhu perairan. Konsentrasi DO berbanding terbalik dengan suhu. Hal ini sesuai dengan Tahir (2016), yang menyatakan bahwa peningkatan suhu akan menyebabkan konsentrasi oksigen terlarut menurun dan begitu juga sebaliknya.

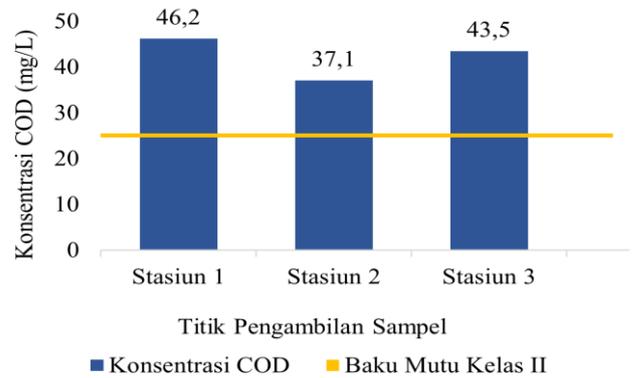
Pengaruh lain yang dapat menyebabkan meningkatnya konsentrasi DO adalah karena adanya vegetasi yang tumbuh di sekitar badan air. Pada stasiun 2 dan 3 terdapat banyak vegetasi mangrove dan nipah yang tumbuh di sekitar tepi sungai. Menurut Widyasari *et al.*, (2018), menyatakan bahwa tumbuhan air secara efektif dapat meningkatkan kadar oksigen dalam air melalui proses fotosintesis. Tumbuhan air akan menyerap karbondioksida sebagai sumber karbon dan digunakan untuk mengurai molekul air menjadi gas oksigen. Karbondioksida yang diserap oleh tumbuhan air ini akan dilepas ke dalam air. Hal ini sejalan dengan pernyataan yang disampaikan oleh Prasetyo dan Hayati (2020), tentang studi kasus di Sungai Brantas, yang menyatakan bahwa oksigen terlarut yang disediakan oleh perakaran vegetasi yang tumbuh di sekitar badan sungai menghasilkan oksigen terlarut lebih banyak di dalam air.



Gambar 4. Hasil Pengujian Konsentrasi BOD₅

Berdasarkan Gambar 4. konsentrasi BOD₅ (*Biological Oxygen Demand*) yang didapatkan pada masing-masing stasiun penelitian sudah melebihi ambang batas baku mutu kualitas air kelas II. Konsentrasi BOD₅ yang diperoleh tidak sesuai dengan baku mutu karna konsentrasinya lebih dari 3 mg/L sebagai batas maksimum. Konsentrasi BOD₅ mengalami kenaikan pada stasiun 2 dan kemudian mengalami penurunan pada stasiun 3. Berdasarkan hasil penelitian, BOD₅ tertinggi terdapat pada stasiun 2 yaitu sebesar 6,50 mg/L. Hal ini dapat disebabkan karena pada stasiun 2 banyak terdapat mangrove

yang memicu tingginya bahan organik. Menurut Daroini dan Arisandi (2020), kandungan bahan organik yang tinggi pada perairan akan berdampak terhadap peningkatan BOD₅ di perairan. Selain itu Hatta (2014), juga menyatakan bahwa konsentrasi BOD₅ akan mengalami peningkatan apabila bahan organik yang masuk ke perairan dalam jumlah yang banyak.



Gambar 5. Hasil Pengujian Konsentrasi COD

Sama halnya dengan variabel BOD₅, berdasarkan Gambar 5. konsentrasi COD (*Chemical Oxygen Demand*) yang didapatkan pada masing-masing stasiun penelitian sudah melebihi ambang batas baku mutu kualitas air kelas II. Konsentrasi COD yang diperoleh tidak sesuai dengan baku mutu karena konsentrasinya lebih dari 25 mg/L sebagai batas maksimum. Konsentrasi COD tertinggi terdapat pada stasiun 1 yaitu sebesar 46,22 mg/L. Hal ini dapat disebabkan karena stasiun 1 merupakan pertemuan antara dua sungai yang dipengaruhi oleh masukan limbah yang berasal dari pemukiman, pertanian, ataupun pertambakan. Menurut Indrayana *et al.*, (2014), tingginya konsentrasi COD dapat diakibatkan karena banyaknya bahan buangan organik yang terbawa arus. Suparjo (2009) dalam Fiolen *et al.*, (2023), juga menyebutkan bahwa tingginya konsentrasi COD juga dapat disebabkan karena degradasi bahan-bahan organik maupun bahan anorganik yang berasal dari aktivitas masyarakat di sekitar sungai ataupun limbah yang dihasilkan dari kegiatan industri yang tidak terolah dengan baik.

Konsentrasi COD mengalami penurunan pada stasiun 2 dan kemudian mengalami kenaikan pada stasiun 3. Konsentrasi COD yang mengalami fluktuasi pada stasiun 2 dan 3 ini dapat disebabkan karena akumulasi bahan organik yang terbawa dari bagian *upper stream* sungai menuju bagian *lower stream* sungai. Hal ini sesuai dengan pernyataan yang disampaikan oleh Hasibuan *et al.*, (2021), tentang studi kasus yang terjadi di Sungai Silugonggo Kabupaten Juwana, yang menyatakan bahwa stasiun penelitian yang dekat dengan muara sungai dan dialiri oleh arus yang membawa material - material dan bahan organik dari stasiun sebelumnya sehingga

berpotensi menyebabkan terjadinya peningkatan konsentrasi COD.

Status pencemaran Sungai Telomoyo menggunakan metode Indeks Pencemaran (IP)

Nilai IP dapat dilihat pada Tabel 3, dimana nilai tersebut menunjukkan bahwa Sungai Telomoyo termasuk dalam kategori tercemar ringan.

Tabel 3. Indeks Pencemaran Sungai Telomoyo

Stasiun	Nilai Indeks Pencemaran	Status Mutu
1	1,97	Tercemar ringan
2	2,06	Tercemar ringan
3	1,71	Tercemar ringan

Variabel kualitas air yang masih sesuai dengan baku mutu, tetapi Sungai Telomoyo tetap dikatakan tercemar. Perlu adanya monitoring dan pengelolaan terhadap kualitas perairan sebagai upaya untuk pengendalian pencemaran, sehingga Sungai Telomoyo masih dapat dimanfaatkan sesuai peruntukannya. Pencemaran sungai akan bertambah dan kategori status mutu air naik ke tingkat yang lebih tinggi apabila tidak ada upaya atau pengelolaan pengendalian pencemaran. Evaluasi terhadap kualitas air sungai sangat penting dilakukan untuk mengetahui status mutu air sungai agar pemanfaatannya sesuai dengan peruntukannya (Sari dan Wijaya, 2019).

Sungai Telomoyo merupakan salah satu sungai yang mengalir di wilayah Kabupaten Kebumen, Jawa Tengah yang memiliki peran penting bagi kehidupan biota air ataupun dimanfaatkan oleh masyarakat setempat untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Secara fisik, Sungai Telomoyo berada di kawasan dekat dengan pemukiman dan terdapat beberapa kegiatan industri, serta kegiatan domestik di sepanjang aliran sungai. Kegiatan pertanian seperti ladang, sawah dan perkebunan akan menimbulkan limbah bahan kimia serta residu bahan organik yang berpotensi menjadi bahan pencemar yang masuk ke sungai. Selain itu, banyaknya tambak udang milik masyarakat di sekitar aliran sungai yang limbahnya

masuk ke sungai. Pada bagian *lower stream* Sungai Telomoyo, terdapat kegiatan industri berupa pabrik pemecah batu yang kegiatannya berpotensi menjadi sumber bahan pencemar, dimana kegiatan industri ini berpotensi menghasilkan sejumlah besar debu dan partikel halus yang mungkin terbawa oleh angin ataupun melalui resapan air hujan yang kemudian masuk ke dalam badan air. Hal tersebut akan menyebabkan sedimentasi sungai meningkat.

Beberapa faktor tersebut menjadi sumber terbentuknya limbah atau bahan pencemar yang masuk ke badan air, baik secara langsung ataupun tidak langsung. Bahan pencemar yang masuk dapat menyebabkan peningkatan konsentrasi TSS, BOD₅ dan COD, serta terjadi penurunan oksigen terlarut. Menurut Fadzry *et al.*, (2020), bahan organik maupun anorganik yang terdapat di dalam limbah atau bahan pencemar apabila masuk ke dalam perairan, maka dapat meningkatkan pencemaran pada badan air yang menyebabkan oksigen terlarut berkurang dan kadar BOD₅ dan COD akan meningkat. Semakin besar konsentrasi oksigen terlarut, maka semakin kecil tingkat pencemaran air.

Nilai Rasio BOD₅/COD

Nilai rasio antara BOD₅ dengan COD Sungai Telomoyo dapat dilihat pada Tabel 4, dimana nilai tersebut menunjukkan bahwa bahan - bahan organik yang terdapat pada setiap stasiun penelitian bersifat *non-biodegradable* (nilai rasio < 0,3), yang artinya bahan - bahan pencemar organik yang masuk ke dalam perairan sukar untuk terurai (Srinivas, 2008). Bahan pencemar atau limbah yang bersifat *non-degradable* ialah limbah yang tidak dapat terurai atau terdegradasi secara alami (Xuqing *et al.*, 2016).

Tabel 4. Rasio BOD₅/COD

Stasiun	BOD ₅ (mg/L)	COD (mg/L)	Rasio BOD ₅ /COD
1	6,05	46,2	0,13
2	6,5	37,1	0,18
3	4,13	43,5	0,10

Tabel 5. Perhitungan Beban Pencemaran Sungai Telomoyo

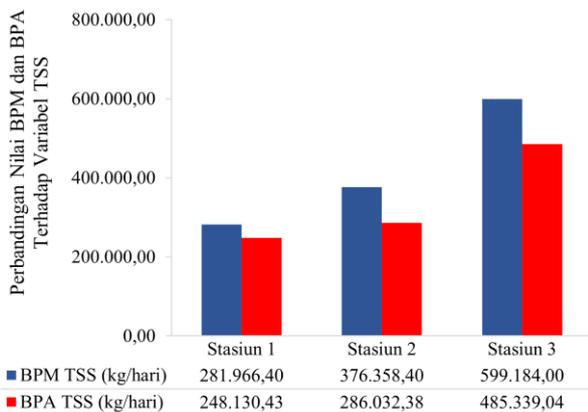
Stasiun	Debit (m ³ /s)	Debit (m ³ /hari)	Beban Pencemaran Aktual (kg/hari)			Beban Pencemaran Maksimum (kg/hari)		
			TSS	BOD ₅	COD	TSS	BOD ₅	COD
1	65,27	5.639.328	248.130,43	34.117,93	260.657,64	281.966,40	16.917,98	140.983,20
2	87,12	7.527.168	286.032,38	48.926,59	279.341,48	376.358,40	22.581,50	188.179,20
3	138,70	11.983.680	485.339,04	49.492,60	520.720,86	599.184,00	35.951,04	299.592,00
Rata rata			339.833,95	44.179,04	353.573,32	419.169,60	25.150,18	209.584,80

Daya Tampung Beban Pencemaran Sungai Telomoyo

Perhitungan daya tampung beban pencemaran sungai didapatkan dari hasil pengurangan antara Beban Pencemar Maksimum (BPM) dengan Beban Pencemar Aktual (BPA) yang terdapat di suatu sungai. Menurut Copeland *dalam* Sugiharto *et al.*, (2014), perhitungan daya tampung beban pencemaran tidak hanya digunakan untuk menilai kualitas perairan, tetapi perhitungan ini juga untuk mengidentifikasi sumber polusi dan memprediksi pengurangan polutan. Nilai perhitungan daya tampung beban pencemaran yang bernilai negatif menandakan bahwa kandungan bahan pencemar untuk variabel tersebut telah melebihi daya tampung (Asyiamah *et al.*, 2023).

Tabel 6. Perhitungan Daya Tampung Beban Pencemaran Sungai Telomoyo

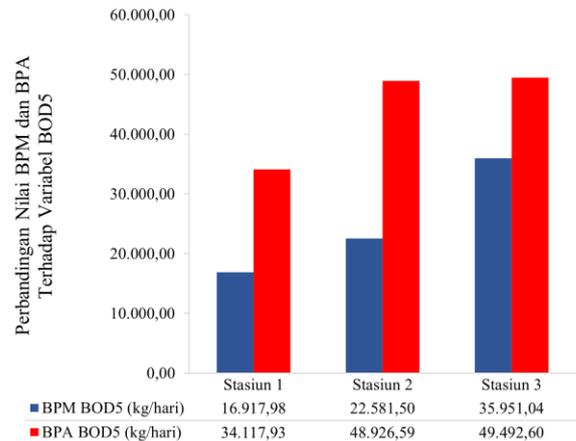
Stasiun	Daya Tampung Beban Pencemar (kg/hari)		
	TSS	BOD ₅	COD
1	33.835,97	-17.199,95	-119.674,44
2	90.326,02	-26.345,09	-91.162,28
3	113.844,96	-13.541,56	-221.128,86



Gambar 6. Perbandingan Beban Pencemaran Maksimum (BPM) dan Beban Pencemaran Aktual (BPA) Variabel TSS

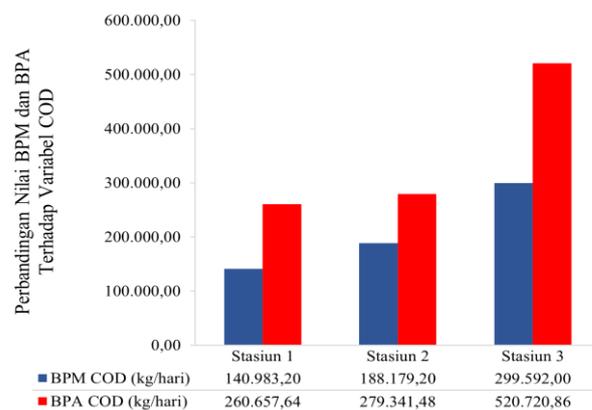
Berdasarkan Gambar 6. menunjukkan beban pencemaran aktual yang masuk ke badan sungai mengalami peningkatan di setiap stasiun penelitian. Beban pencemaran aktual tertinggi yang berasal dari TSS terjadi pada stasiun 3 yaitu sebesar 485.339,04 kg/hari. Terjadinya kenaikan beban pencemaran ini dapat disebabkan karena di sepanjang Sungai Telomoyo yang menjadi lokasi pengambilan sampel terdapat banyak aktivitas masyarakat seperti pemanfaatan lahan untuk kegiatan pertanian, perikanan, pemukiman penduduk, dan terdapat kegiatan industri. Nilai akumulasi beban pencemaran maksimum terhadap TSS pada stasiun penelitian lebih besar daripada nilai akumulasi beban

pencemaran aktual yang terjadi. Hal tersebut mengindikasikan bahwa Sungai Telomoyo masih dapat menerima beban pencemaran.



Gambar 7. Perbandingan Beban Pencemaran Maksimum (BPM) dan Beban Pencemaran Aktual (BPA) Variabel BOD₅

Berdasarkan Gambar 7. menunjukkan bahwa beban pencemaran aktual yang berasal dari BOD₅ mengalami peningkatan di setiap stasiun penelitian. Beban pencemaran terendah berasal dari BOD₅ dibandingkan dengan variabel lainnya. Beban pencemaran tertinggi terjadi pada stasiun 3 sebesar 49.492,60 kg/hari. Peningkatan beban pencemaran BOD₅ yang terjadi dapat dipengaruhi oleh bahan pencemar yang masuk ke sungai. Menurut Rahadi *et al.*, (2019), yang menjadikan kadar BOD₅ dapat melebihi baku mutu karena adanya limbah domestik atau limbah industri dari masyarakat serta kurangnya kesadaran untuk tidak membuang sampah ke sungai. Hal ini sesuai dengan kondisi pada saat pengambilan sampel, dimana terdapat beberapa sampah yang mengapung di atas permukaan air sungai. Peningkatan beban pencemaran BOD₅ ini berimbas kepada daya tampung sungai yang sudah melewati kapasitas asimilasinya dan hasil perhitungan daya tampung beban pencemaran terhadap BOD₅ yang didapatkan bernilai negatif.



Gambar 8. Perbandingan Beban Pencemaran Maksimum (BPM) dan Beban Pencemaran Aktual (BPA) Variabel COD

Berdasarkan Gambar 8. masukkan beban pencemaran COD tertinggi terjadi pada stasiun 3 yaitu sebesar 520.720,86 kg/hari. Beban pencemaran COD yang nilainya sangat tinggi dapat disebabkan karena adanya limbah domestik atau industri yang masuk ke sungai. Kegiatan antropogenik seperti pemukiman penduduk, pertanian, ataupun perikanan berpotensi menghasilkan limbah yang kemudian masuk ke sungai, baik secara langsung ataupun tidak langsung. Beban pencemaran COD Sungai Telomoyo yang tinggi berpengaruh terhadap daya tampung sungai.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, Kesimpulan yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

- a) Variabel kualitas air Sungai Telomoyo yang memenuhi baku mutu kelas II menurut Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 yaitu suhu, TSS, pH, dan DO, sedangkan variabel yang tidak memenuhi baku mutu kelas II yaitu BOD₅ dan COD.
- b) Nilai Indeks Pencemaran (IP) Sungai Telomoyo pada masing – masing stasiun berturut – turut diperoleh nilai sebesar 1,97, 2,06, dan 1,71. Seluruh stasiun penelitian di Sungai Telomoyo, Kebumen termasuk dalam kategori tercemar ringan.
- c) Beban pencemaran tertinggi yang masuk ke Sungai Telomoyo berasal dari variabel COD, sedangkan beban pencemaran terendah berasal dari variabel BOD₅. Beban pencemaran yang masuk ke Sungai Telomoyo melebihi batas maksimum dari beban pencemaran yang seharusnya (BPM). Berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 baku mutu air sungai kelas II, beban pencemaran yang berasal dari variabel BOD₅ dan COD telah melebihi daya tampung dan tidak sesuai dengan baku

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang sudah berkontribusi dan membantu dalam memberi arahan, bimbingan, bantuan, serta dukungan kepada penulis, sehingga dapat menyusun dan menyelesaikan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustin, Y. S. 2024. Analisis Kualitas Air serta Status Mutu dengan Metode Indeks Pencemaran (IP) di Anak Sungai Gajah Putih Studi Kasus RT 02 RW 07 Kelurahan Sumber, Surakarta. *Jurnal Ekosains*,16(1):1-7.
- Anwar, S., Armid, A., dan Emiyarti. 2020. Sebaran *Total Suspended Solid* (TSS) di Sekitar Dermaga Tambang di Perairan Tondonggeu

- Kecamatan Abeli Kota Kendari. *Jurnal Sapa Laut*,5(2):173-181.
- Arbie, R. R., Nugraha, W. D., dan Sudarno. 2015. Studi Kemampuan *Self Purification* pada Sungai Progo ditinjau dari Parameter Organik DO dan BOD (*Point Source*:Limbah Sentra Tahu Desa Tuksono, Kecamatan Sentolo, Kabupaten Kulon Progo, Provinsi D.I. Yogyakarta). *Jurnal Teknik Lingkungan*,4(3):1-15.
- Asmawi, S. 1983. Pemeliharaan Ikan dalam Karamba. PT. Gramedia, Jakarta
- Asyiamah, F., Sofarini, D., dan Rahman, A. 2023. Daya Tampung Beban Pencemar di Sub Daerah Aliran Sungai Martapura Provinsi Kalimantan Selatan. *Jurnal Aquatic*,6(1):73-88.
- Busyairi, M., Jayaningsih, N. A., dan Adnan, F. 2019. Analisis Beban Pencemar dan Daya Tampung Sungai Seratai, Tanah Grogot, Kabupaten Paser, Kalimantan Timur. *Jurnal Lingkungan*,4(2):24-30.
- Copeland, C. 2012. *Clean Water Act and Pollutant Total Maximum Daily Loads (TMDLs). CRS Report for Congress Prepared for Members and Committees of Congress. Congressional Research Service. Washington, DC.*
- Daroini, T. A., dan Arisandi, A. 2020. Analisis BOD (*Biological Oxygen Demand*) di Perairan Desa Prancak Kecamatan Sepulu, Bangkalan. *Jurnal Ilmiah Kelautan dan Perikanan*,1(4):558-566.
- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. Yogyakarta:Kanisius.
- Effendi, H., Romanto., dan Wardiatno, Y. 2015. *Water Quality Status of Ciambulawung River, Banten Province, Based on Pollution Index and NSF-WQI. Journal of Procedia Environmental Sciences* 24:228–237.
- Fadzry, N., Hidayat, H., dan Eniati, E. 2020. Analisis COD, BOD dan DO pada Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Balai Pengelolaan Infrastruktur Air Limbah dan Air Minum Perkotaan Dinas PUP-ESDM Yogyakarta. *Indonesian Journal of Chemical Research*, 5(2):80-89
- Fiolen, F., Akhiranti, I., dan Nugraha, M. A. 2023. Konsentrasi BOD dan COD pada Perairan Kurau, Kabupaten Bangka Tengah. *Journal of Scientific Timeline*,3(1):21-32.
- Hasibuan, E. S. F., Supriyantini, E., dan Sunaryo. 2021. Pengukuran Parameter Bahan Organik di Perairan Sungai Silugonggo, Kecamatan Juwana, Kabupaten Pati. *Jurnal Buletin Oseanografi Marina*,10(3):299-306.
- Hatta, M. 2014. Hubungan Antara Parameter Oseanografi dengan Kandungan Klorofil-A pada Musim Timur Di Perairan Utara Papua.

- Jurnal Ilmu Kelautan dan Perikanan*,24(3):29-39.
- Hendriarianti, E., Setyobudiarso, H., dan Triono, R. E. 2014. Skenario Pengelolaan Kualitas Air Sungai Metro Kota Malang Dari Analisa Daya Tampung Beban Pencemaran. *Jurnal Purifikasi*, 14(2):125–135.
- Indrayana, R., Yusuf, M., dan Rifai, A. 2014. Pengaruh Arus Permukaan Terhadap Sebaran kualitas Air di Perairan Genuk Semarang. *Jurnal Oseanografi*,3(4):651-659.
- Kinanti, T. E., Rudiyananti, S., dan Purwanti, F. 2014. Kualitas Perairan Sungai Brengi Kabupaten Pekalongan Ditinjau dari Faktor Fisika-Kimia Sedimen dan Kelimpahan Hewan Makrobentos. *Journal of Management Aquatic Resources*, 3(1):160-167.
- Nugrahanto, B. A., Limantara, L. M., dan Wahyuni, S. 2022. Evaluasi Rasionalisasi Pos Hujan dengan Metode Stepwise dan Standar WMO pada DAS Telomoyo Kabupaten Kebumen. *Jurnal Teknologi dan Rekayasa Sumber Daya Air*,2(2):196-196.
- Prasetyo, H. D., dan Hayati, A. 2020. Pengaruh Gangguan pada Zona Riparian Terhadap Jasa Layanan Ekosistem Hulu Sungai Brantas. *Journal of Tropical Biology*,8(2):125-134.
- Purba, R.H., Mubarak dan Galib, M. 2018. Sebaran *Total Suspended Solid* (TSS) di Kawasan Muara Sungai Kampar Kabupaten Pelalawan Provinsi Riau. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*,23(1):21–30.
- Rahadi, B., Suharto, B., dan Monica, F. Y. 2019. Identifikasi Daya Tampung Beban Pencemar dan Kualitas Air Sungai Lesti Sebelum Pembangunan Hotel. *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*,6(3):1-10.
- Safar, M., Ishak, G., dan Tunas, I. G. 2022. *Analysis of Erosion and Sediment Movement at the Confluence of Two Rivers (A Case Study of Tawaeli River, Central Sulawesi, Indonesia)*. *International Journal of Design & Nature and Ecodynamics*,17(1):55-62.
- Sari, D. A., Haeruddin, H., dan Rudiyananti, S. 2016. Analisis Beban Pencemaran Deterjen dan Indeks Kualitas Air di Sungai Banjir Kanal Barat, Semarang dan Hubungannya dengan Kelimpahan Fitoplankton. *Journal of Management of Aquatic Resources*,5(4):353-362.
- Sari, E. K., dan Wijaya, O. E. 2019. Penentuan Status Mutu Air dengan Metode Indeks Pencemaran dan Strategi Pengendalian Pencemaran Sungai Ogan Kabupaten Ogan Komering Ulu. *Jurnal Ilmu Lingkungan*,17(3):486-491.
- Siswanto, A. D. 2015. Sebaran *Total Suspended Solid* (TSS) pada Profil Vertikal di Perairan Selat Madura Kabupaten Bangkalan. *Jurnal Kelautan*, 8(1):26-32.
- Srinivas, T. 2008. *Environmental Biotechnology. New Age International*.
- Sugiharto, E., Setyabudi, C. W. P., dan Astuti, E. 2014. Kajian Total Daya Tampung Beban Pencemaran Harian Menggunakan Pemodelan Qual2k Untuk Pencemar BOD, TSS, Ammonia, Fosfat Dan Nitrat di Sungai Kampung Bugis (*Study of Total Maximum Daily Load Using Qual2k Modelling for BOD, TSS, Ammonia, Phosphate*). *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, 21(1):21-29.
- Suparjo, M. N. 2009. Kondisi Pencemaran Perairan Sungai Babon Semarang. *Jurnal Saintek Perikanan*,4(2):38-45.
- Tahir, R. B. 2021. Analisis Sebaran Kadar Oksigen (O₂) dan Oksigen Terlarut (*Dissolved Oxygen*) dengan Menggunakan Data In Situ dan Citra Satelit Landsat 8. *Jurnal ISANINTEK*,2(1):44-51.
- Widyasari, E., Ghifari, F. F. A., dan Hartono, A. R. 2018. Teknologi Pemurnian Udara *Ceratophyllum demersum* untuk Mengatasi *Sick Building Syndrome*. *Proceeding Biology Education Conference*,15(1):755-7759.
- Xuqing, L., Yayun, L., Chao, L., Li, Z., Hao, Y., Chao, F., Ashraf, M. A. 2016. *Identification of Residual Non-Biodegradable Organic Compounds in Wastewater Effluent After Two-Stage Biochemical Treatment*. *Open Life Sciences*, 11(1):396-401.