

DOI: <http://dx.doi.org/10.15578/psnp.18694>

## Studi Kualitas Perairan dan Kapasitas Pencemaran Sungai Silandak, Semarang

### *Study on Water Quality and Pollution Capacity of Silandak River, Semarang*

Berliana Putri Debora<sup>1\*</sup>, Siti Mira Rahayu<sup>1</sup>, Ratna Suharti<sup>1</sup>, Iya Purnama Sari<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Teknologi Pengelolaan Sumberdaya Perairan, Politeknik Ahli Usaha Perikanan, Jl. Raya Pasar Minggu, Kota Jakarta Selatan, DKI Jakarta

<sup>2</sup>Perikanan Tangkap, Politeknik Kelautan dan Perikanan Dumai, Jl. Wan Amir No. 1, Pangkalan Sesai, Kec. Dumai Bar, Kota Dumai, Riau

\*E-mail: [berlianaputri.aup@gmail.com](mailto:berlianaputri.aup@gmail.com)

#### ABSTRAK

Sungai Silandak berfungsi sebagai pemasok air untuk irigasi pertanian dan sistem drainase guna mengurangi risiko banjir. Kualitas air Sungai Silandak menurun akibat limbah rumah tangga, limbah pabrik, aktivitas tambak ikan, dan perahu nelayan yang mengganggu ekosistem. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat pencemaran dan daya dukung beban pencemaran di Sungai Silandak. Penelitian ini dilakukan pada bulan Juli–September. Pengambilan sampel dilakukan di enam stasiun yang diduga berpotensi mengalami pencemaran. Hasil analisis kualitas air Sungai Silandak menunjukkan bahwa nilai TSS, nitrit, total fosfat, BOD, COD, dan DO tidak memenuhi baku mutu air kelas II berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021, sedangkan nilai TDS, nitrat, dan amonia masih memenuhi baku mutu. Hasil analisis Indeks Pencemaran (IP) pada Stasiun I, II, III, dan VI menunjukkan kondisi tercemar sedang, sedangkan Stasiun IV dan V berada dalam kondisi tercemar berat. Kapasitas sungai untuk parameter TSS, nitrit, fosfat, BOD, COD, dan DO telah melebihi kuota pencemar di setiap stasiun pengamatan. Sementara itu, untuk parameter TDS, nitrat, dan amonia masih berada dalam kuota pencemar sehingga masih termasuk kategori aman. Pencemaran yang terjadi di Sungai Silandak berkaitan dengan tingginya parameter COD dan BOD. Hal ini disebabkan oleh masukan limbah domestik dan industri pabrik ke sungai.

Kata kunci: Sungai Silandak, kualitas perairan, polusi, beban pencemaran

#### ABSTRACT

*The Silandak River has a function as a water supplier in agricultural irrigation and drainage systems to reduce flood risk. The water quality of the Silandak River is declining due to household waste, factory waste, fish pond activities, and fishing boats that disrupt the ecosystem. This study aims to analyze the level of pollution and the carrying capacity of the pollution load in the Silandak River. This research was conducted in July–September. Sampling was carried out at six stations that are suspected of having the potential to experience pollution. The results of the water quality analysis of the Silandak River show that the values of TSS, nitrite, total phosphate, BOD, COD, and DO are not under the class II water quality standards of Government Regulation No. 22 of 2021, while the values of TDS, nitrate, and ammonia still meet the quality standards. The results of the Pollution Index (IP) analysis at Stations I, II, III, and VI are in moderate pollution*

*conditions while Stations IV and V are in heavy pollution conditions. The river capacity for TSS, nitrite, phosphate, BOD, COD, and DO parameters has exceeded the pollutant quota at each observation station. Meanwhile, for the parameters of TDS, nitrate, and ammonia, it is still in the pollutant quota so it is still in the safe category. Pollution that occurs in the Silandak River is associated with high COD and BOD parameters. This is caused by domestic waste and factory industry inputs to the river.*

*Keywords: Silandak River, water quality, pollution, pollution load capacity*

## **PENDAHULUAN**

Sungai merupakan sebuah aliran terbuka yang rentan mengalami pencemaran karena secara umum dijadikan tempat pembuangan akhir, baik dari kegiatan rumah tangga, pabrik, perkebunan dan aktivitas perikanan. Hal ini mengakibatkan penurunan kualitas air karena adanya proses masuk atau dimasukkannya suatu zat polutan atau senyawa yang berasal dari luar lingkungan yang menyebabkan kadar perairan tidak lagi sesuai dengan kualitas air yang telah ditetapkan pada Peraturan Pemerintah (PP) No. 22 Tahun 2021 (Larasati et al., 2021).

Sungai di Indonesia kian hari mengalami penurunan kualitas dan mayoritas kondisinya semakin buruk, sehingga hal ini mengakibatkan pemanfaatan sungai yang tidak maksimal dan meningkatkan potensi wilayah kumuh di sepanjang sungai (Diniarti, 2021). Diperlukan serangkaian kegiatan dan upaya dalam mengendalikan pencemaran terhadap air sungai dengan menetapkan baku mutu kualitas air agar sesuai dengan Undang-Undang No. 21 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Penataan Ruang dengan dibantu menggunakan metode Indeks Pencemaran (IP). Hal ini bertujuan untuk menetapkan hasil kualitas kandungan air dan mengkaji status kualitas air suatu sungai yang kemudian dilakukan penilaian guna menentukan status mutu air agar sesuai dengan baku mutu yang berlaku yaitu PP No. 22 Tahun 2021 (Saputra et al., 2023).

Penggunaan IP dimanfaatkan untuk mengetahui dan menentukan tingkat pencemaran air sungai agar pada output dapat memberikan kritik dan saran yang membangun terhadap pemanfaatan sungai (Pratama et al., 2022). Kualitas air sungai merupakan hal krusial yang perlu diperhatikan dan dikelola dengan baik dan bijak agar pemanfaatannya dapat berjalan dengan maksimal sesuai dengan peruntukannya. Pada dasarnya, sungai memiliki kemampuan untuk melakukan penjernihan apabila mengalami penambahan zat polutan yang mampu merusak kondisi perairan (*self-purification*), akan tetapi kondisi tersebut tidak dapat melebihi ambang batas atau kapasitas daya dukung sungai secara alamiah atau masih dalam batasan yang telah ditetapkan (Al Maufur et al., 2021).

Secara umum, Sungai Silandak berfungsi sebagai penyedia pasokan air irigasi pertanian

dan drainase air hujan agar mampu mengurangi risiko banjir. Penyebab umum turunnya kualitas air Sungai Silandak yaitu adanya limpasan limbah rumah tangga (domestik), aliran limbah pabrik, kegiatan tambak dan aktivitas perikanan. Hal ini dapat menyebabkan penurunan kadar *dissolved oxygen* (DO) dan meningkatkan *biological oxygen demand* (BOD) serta *chemical oxygen demand* (COD) sehingga mengganggu keseimbangan ekosistem. Berdasarkan permasalahan ini, dilakukan penelitian terhadap parameter fisika dan kimia kualitas air untuk mengetahui kondisi Sungai Silandak agar tetap dalam keadaan yang sesuai dengan baku mutu kualitas air kelas II PP No. 22 Tahun 2021, yaitu sebagai sarana/prasarana rekreasi air, pembudidaya ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertamanan, dan/atau peruntukkan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis tingkat pencemaran dan daya tampung beban pencemaran di Sungai Silandak.

## BAHAN DAN METODE

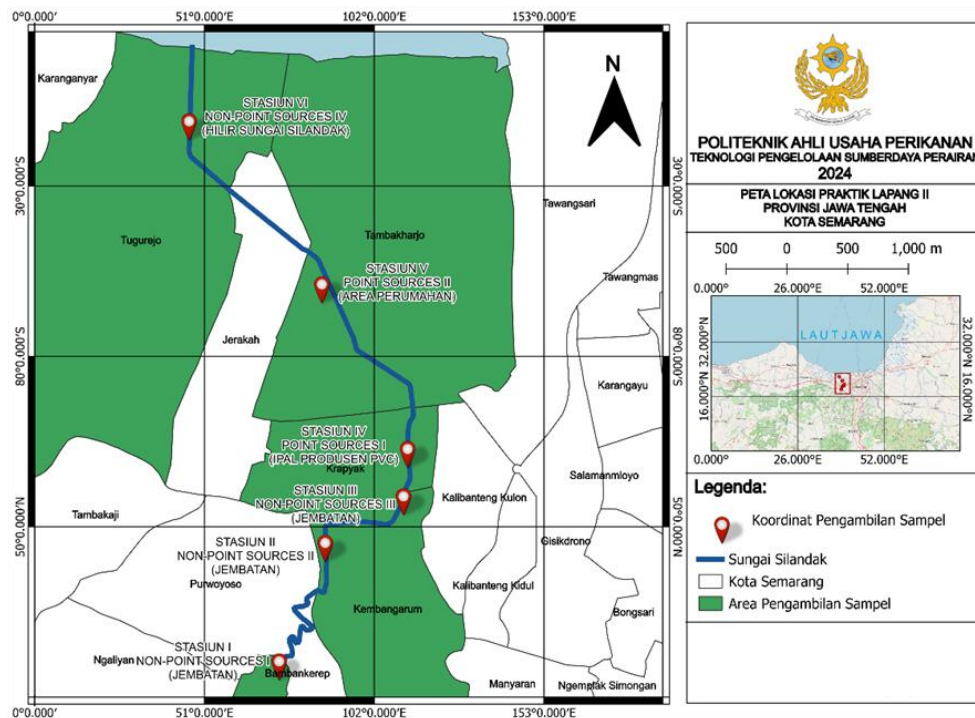
### Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan bulan Juli–September 2024 di Sungai Silandak. Tabel 1 memuat kondisi umum masing-masing stasiun pengamatan berdasarkan tipe pencemarannya. Terdapat 6 stasiun pengamatan (Gambar 1) yang terdiri atas 3 stasiun berdasarkan data sekunder yang diperoleh dari Dinas Lingkungan Hidup Pemerintah Kota Semarang dan 3 stasiun lainnya yang diambil secara langsung berdasarkan metode *purposive sampling*, yaitu dengan cara *screening area* dengan menggunakan Google Earth Pro dan mengacu pada SNI 8995:2021. Tiap stasiun pengambilan sampel dilakukan pengulangan sebanyak 2 kali, baik secara *in situ* maupun *ex situ*.

Tabel 1. Karakteristik stasiun pengamatan Sungai Silandak

*Table 1. Characteristics of the Silandak River observation station*

| Stasiun | Lokasi                | Keterangan   |
|---------|-----------------------|--|
| I       | Non-Point Sources I   | Kawasan padat penduduk, berdekatan dengan wilayah Pasar Purwoyoso  |
| II      | Non-Point Sources II  | Kawasan padat penduduk   |
| III     | Non-Point Sources III | Bengkel dan pertokoan  |
| IV      | Point Sources I       | Kawasan industri yang mengeluarkan limbah hasil produksi lembar PVC dan kulit PVC                                |
| V       | Point Sources II      | Kawasan perumahan/padat penduduk dan aliran sungainya dekat dengan Pantai Tirang (hilir Sungai Silandak)         |
| VI      | Non-Point Sources IV  | Area Pantai Tirang yang merupakan hilir Sungai Silandak yang dikelilingi mangrove dan bersebelahan dengan rumpon |



Gambar 1. Peta lokasi pengambilan sampel di Sungai Silandak  
Figure 1. Map of sampling locations in Sungai Silandak

## Pengambilan Data

Pengambilan sampel air menggunakan metode contoh uji gabungan tempat (*composite sample*), yaitu campuran contoh uji air sungai yang diambil di beberapa titik pengambilan pada setiap stasiun, pada waktu yang sama dengan volume yang sama. Parameter fisika dan kimia yang diukur secara in situ meliputi:

- Debit sungai ( $Q$ ) didapatkan dari luas penampang sungai ( $A$ ) yang dikalikan dengan kecepatan arus ( $V$ ). Lebar sungai dan kedalaman sungai diukur untuk menghitung  $A$  yang diasumsikan sebagai trapesium.  $V$  diukur menggunakan bantuan floating drouge sederhana.
- Suhu diukur menggunakan thermometer alkohol.
- Total Dissolved Solids* (TDS) diukur menggunakan TDS meter.
- Total Suspended Solid* (TSS) diukur menggunakan metode gravimetri berdasarkan SNI 6989.27:2019.
- pH air yang diukur menggunakan pH meter.

Parameter kimia yang diukur secara in situ yaitu nitrat (SNI 06-2480-1991), nitrit (SNI 06-6898.9-2004), amonia (SNI 06-6989.30-2005), total fosfat (SNI 6989-31:2021), DO (SNI 06-6989.14-2004), BOD (SNI 066989.72-2009) dan COD (SNI 6989.2-2019) dilakukan sesuai

dengan SNI yang berlaku. Sampel air sungai yang diambil ditempatkan pada 2 botol *polyethylene* dengan ukuran 1 L. Preservasi sampel dilakukan dengan menambahkan larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dan disimpan ke dalam *ice box* dengan pendingin (*ice pack*) agar suhu tetap terjaga. Analisis sampel dilakukan di UPT Laboratorium Dinas Lingkungan Hidup Pemerintah Kota Semarang.

### Analisis Data

#### a) Penetapan Daya Tampung Beban Pencemaran

Perhitungan beban pencemaran dilakukan untuk mengetahui besarnya zat pencemar yang masuk ke Sungai Silandak yang dihitung berdasarkan rumus Mitsch dan Goesselink (1993) dalam Purba et al., (2020), yaitu:

$$BPA = Q \times C \times k$$

Keterangan:

BPA : Beban Pencemar Aktual/Beban limbah yang berasal dari sungai (kg/hari)

Q : Debit sungai (m<sup>3</sup>/s)

C : Konsentrasi limbah (mg/l)

k : konstanta (86,4 kg/hari)

Dalam menganalisis beban pencemaran sungai, dilakukan metode neraca massa dengan menghitung konsentrasi rata-rata aliran dari seluruh lokasi pengamatan dalam menentukan kualitas aliran akhir sungai dengan rumus berikut (Mujib et al., 2022):

$$C_R = \frac{\sum C_i Q_i}{\sum Q_i} = \frac{\sum M_i}{\sum Q_i}$$

Keterangan:

C<sub>R</sub> : Konsentrasi rata-rata parameter kualitas air

C<sub>i</sub> : Konsentrasi parameter pada aliran ke-i

Q<sub>i</sub> : Debit aliran ke-i

M<sub>i</sub> : Massa parameter kualitas air pada aliran ke-i

Dalam Beban Pencemaran Maksimum (BPM) atau daya tampung beban pencemaran, konsentrasi tiap parameter disesuaikan dengan baku mutu kualitas air kelas II sesuai rumus berikut:

$$BPM = Q \times C_{maks} \times k$$

Keterangan:

BPM : Beban Pencemaran Maksimum (kg/hari)

C<sub>maks</sub> : Konsentrasi parameter sesuai dengan baku mutu air kelas II (mg/l)

k : konstanta (86,4 kg/hari)

Kemampuan sungai dalam menerima beban pencemaran atau melebihi daya tampung dapat dievaluasi dengan melihat selisih antara Beban Pencemar Maksimum (BPM) dengan Beban Pencemar Aktual (BPA) dengan rumus berikut:

$$\text{Daya Tampung Sungai} = \text{BPM} - \text{BPA}$$

Apabila selisih dari nilai Beban Pencemar Aktual (BPA) melebihi Batas Pencemar Maksimum, menandakan bahwa sungai tidak lagi dapat menampung beban pencemaran dan harus dikurangi beban pencemarannya terhadap parameter yang telah melampaui batas mutu kualitas air kelas II.

b) Penentuan Status Mutu Air Berdasarkan Indeks Pencemaran (IP)

Metode Indeks Pencemaran (IP) dihitung berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 115 tahun 2003. Nilai kualitas air terukur dibandingkan dengan baku mutu perairan Kelas II PP No. 22 Tahun 2021. Nilai Indeks Pencemaran yang diperoleh kemudian digolongkan berdasarkan kategori pada Table 2. Rumus Indeks Pencemaran (IP) adalah sebagai berikut:

$$P_{ij} = \sqrt{\frac{\left(\frac{C_i}{L_{ij}}\right)^2 M + \left(\frac{C_i}{L_{ij}}\right)^2 R}{2}}$$

Keterangan:

$P_{ij}$  : Indeks Pencemaran bagi peruntukkan (J)

$L_{ij}$  : Konsentrasi parameter kualitas air yang dicantumkan dalam baku mutu peruntukkan air (J)

$P_{ij}$  : Indeks Pencemaran bagi peruntukkan (J)

$C_i$  : Konsentrasi parameter kualitas air yang dianalisis

$(C_i/L_{ij}) M$  : Nilai  $C_i/L_{ij}$  Maksimum

$(C_i/L_{ij})$  : Nilai  $C_i/L_{ij}$  rata-rata

Tabel 1. Nilai status mutu air berdasarkan Indeks Pencemaran (IP)

Table 2. Value of water quality status based on Pollution Index (IP)

| Nilai IP   | Mutu Perairan |
|------------|---------------|
| 0 – 1,0    | Kondisi baik  |
| 1,1 – 5,0  | Cemar ringan  |
| 5,0 – 10,0 | Cemar sedang  |
| >10,0      | Cemar berat   |

Sumber: Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 115 Tahun 2003

## HASIL DAN BAHASAN

### Hasil

## Parameter Kualitas Air

Tabel 3 menyajikan data hasil pengukuran kualitas air di Sungai Silandak yang dibandingkan dengan baku mutu air Kelas II berdasarkan PP No. 22 Tahun 2021. Sebagian besar parameter kualitas air yang diukur masih memenuhi nilai baku mutu, kecuali parameter total fosfat, BOD, COD, DO di stasiun I dan VI, serta TSS di stasiun VI. Nilai total fosfat, BOD, dan COD di lokasi penelitian lebih tinggi dari nilai baku mutu. Tingginya nilai parameter tersebut disebabkan oleh aktivitas manusia di sepanjang aliran Sungai Silandak. Berbagai aktivitas manusia yang ada di sepanjang aliran sungai akan menghasilkan buangan organik maupun anorganik yang dapat mempengaruhi kualitas air sungai tersebut. Terlebih, Aris et al., (2014) menyatakan bahwa tingginya nilai BOD, COD, dan TSS menjadi indikator terjadinya pencemaran.

Tabel 2. Hasil uji kualitas air Sungai Silandak

Table 3. Results of the water quality test of the Silandak River

| No.           | Parameter      | Satuan            | Stasiun |       |       |       |       |        | Baku Mutu Kelas II |
|---------------|----------------|-------------------|---------|-------|-------|-------|-------|--------|--------------------|
|               |                |                   | I       | II    | III   | IV    | V     | VI     |                    |
| <b>FISIKA</b> |                |                   |         |       |       |       |       |        |                    |
| 1             | Debit Sungai   | m <sup>3</sup> /s | 0,6     | 0,8   | 0,7   | 3,1   | 0,3   | 3,1    | #                  |
| 2             | Kecepatan Arus | m/s               | 0,04    | 0,06  | 0,05  | 0,06  | 0,05  | 0,04   | #                  |
| 3             | Suhu           | °C                | 29,0    | 29,5  | 30,5  | 33,0  | 32,5  | 34,0   | Dev 3              |
| 4             | TDS            | ppm               | 377,0   | 301,5 | 305,0 | 271,0 | 206,5 | 308,0  | 1.000              |
| 5             | TSS            | mg/l              | 10,5    | 10,0  | 10,5  | 14,5  | 34,5  | 117,0* | 50                 |
| <b>KIMIA</b>  |                |                   |         |       |       |       |       |        |                    |
| 1             | pH             | -                 | 7,90    | 7,44  | 8,11  | 6,50  | 7,20  | 7,25   | 6-9                |
| 2             | Salinitas      | ppt               | 0       | 0     | 0     | 0     | 0     | 14     | #                  |
| 3             | Nitrat         | mg/l              | 2,20    | 3,85  | 4,08  | 0,31  | 0,62  | 0,80   | 10                 |
| 4             | Nitrit         | mg/l              | 0,14*   | 0,33* | 0,32* | 0,09* | 0,03  | 0,11*  | 0,06               |
| 5             | Ammonia        | mg/l              | 0,16    | 0,03  | 0,03  | 0,04  | 0,04  | 0,06   | 0,2                |
| 6             | Total Fosfat   | mg/l              | 1,56*   | 0,30* | 1,79* | 1,63* | 2,22* | 2,57*  | 0,2                |
| 7             | DO             | mg/l              | 2,35*   | 5,92  | 6,45  | 5,60  | 4,80  | 3,20*  | 4                  |
| 8             | BOD            | mg/l              | 28*     | 20*   | 22*   | 380*  | 480*  | 158*   | 3                  |
| 9             | COD            | mg/l              | 67*     | 42*   | 47*   | 148*  | 611*  | 65*    | 25                 |

Keterangan \* : tidak sesuai baku mutu

## Daya Tampung Beban Pencemaran

Berdasarkan hasil analisis daya tampung beban pencemaran pada Tabel 4, daya tampung sungai untuk parameter TSS, nitrit, fosfat, BOD, COD, dan DO mengalami kelebihan kuota pencemar di tiap stasiun pengamatan. Hasil daya tampung sungai diperoleh dari selisih Beban Pencemar Maksimum (BPM) dengan Beban Pencemar Aktual (BPA). Daya tampung beban pencemar untuk parameter TDS, nitrat, dan amonia masih dalam kuota pencemar sehingga masih dalam kategori aman. Akan tetapi secara keseluruhan, kondisi Sungai Silandak didominasi oleh

parameter yang melebihi batasan kuota pencemar, sehingga dapat dikatakan bahwa Sungai Silandak dalam kondisi tercemar.

Tabel 3 Hasil analisis beban pencemaran Sungai Silandak  
 Table 4. Results of pollution load analysis of Sungai Silandak

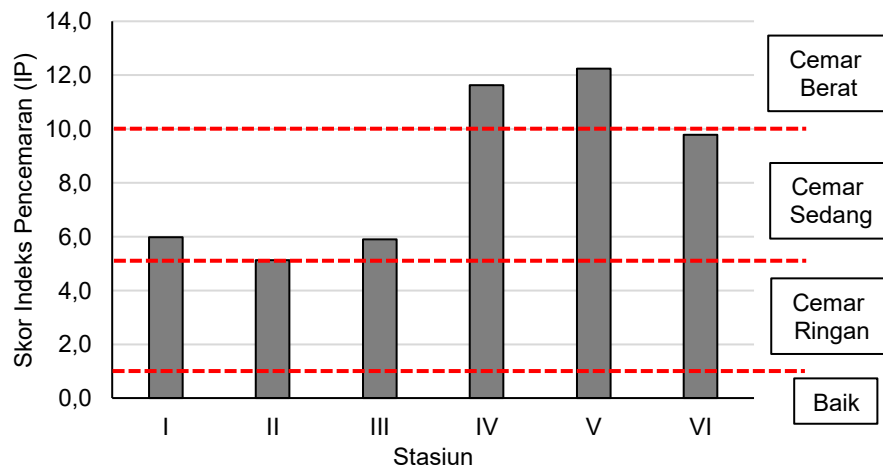
| Stasiun           | Debit (m <sup>3</sup> /s) | Debit (m <sup>3</sup> /hari) | Beban Pencemaran (Kg/hari) |           |                              |                              |                 |                 |                   |                   |               |
|-------------------|---------------------------|------------------------------|----------------------------|-----------|------------------------------|------------------------------|-----------------|-----------------|-------------------|-------------------|---------------|
|                   |                           |                              | TSS                        | TDS       | NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> | P               | NH <sub>3</sub> | BOD               | COD               | DO            |
| I                 | 0,6                       | 51,84                        | 557,3                      | 19.319,0  | 105,0                        | 6,0                          | 81,8            | 7,3             | 1.468,8           | 3.542,4           | 106,7         |
| II                | 0,8                       | 69,12                        | 682,6                      | 21.345,1  | 244,4                        | 21,1                         | 18,6            | 1,9             | 1.356,5           | 2.868,5           | 415,4         |
| III               | 0,65                      | 56,16                        | 591,8                      | 17.141,8  | 214,9                        | 16,9                         | 100,4           | 1,5             | 1.201,0           | 2.596,3           | 364,7         |
| IV                | 3,05                      | 263,52                       | 3.736,8                    | 71.802,7  | 82,5                         | 23,1                         | 448,8           | 9,5             | 97.804,8          | 38.137,0          | 1.506,8       |
| V                 | 0,3                       | 25,92                        | 894,2                      | 5.352,5   | 15,9                         | 0,8                          | 57,4            | 1,0             | 12.441,6          | 15.824,2          | 124,4         |
| VI                | 3,1                       | 267,84                       | 31.259,5                   | 81.380,2  | 218,9                        | 32,1                         | 629,9           | 15,8            | 43.156,8          | 17.694,7          | 877,8         |
| <b>Maks.</b>      | 3,1                       | 267,84                       | 31.259,5                   | 81.380,2  | 244,4                        | 32,1                         | 629,9           | 15,8            | 97.804,8          | 38.137,0          | 1.506,8       |
| <b>Min.</b>       | 0,3                       | 25,92                        | 557,3                      | 5352,5    | 15,9                         | 0,8                          | 18,6            | 1,0             | 1.201,0           | 2.596,3           | 106,7         |
| <b>Rerata BPA</b> | 1,42                      | 122,4                        | 6.287,0                    | 36.056,9  | 146,9                        | 16,7                         | 222,8           | 6,2             | 26.238,2          | 13.443,8          | 566,0         |
| <b>BPM</b>        | 1,42                      | -                            | 6.134,4                    | 122.688,0 | 1.226,9                      | 7,36                         | 24,53           | 24,53           | 368,1             | 3.067,2           | 490,8         |
| <b>DTS</b>        | -                         | -                            | <b>-152,6*</b>             | 86.631,1  | 1.080,0                      | <b>-9,34*</b>                | <b>-198,27*</b> | 18,33           | <b>-25.870,1*</b> | <b>-10.376,6*</b> | <b>-75,3*</b> |

Keterangan :

- BPA : Beban Pencemar Aktual
- BPM : Beban Pencemar Maksimum
- DTS : Daya Tampung Sungai
- \* : Melebihi Daya Tampung Sungai Silandak

### Indeks Pencemaran (IP)

Berdasarkan hasil perhitungan Indeks Pencemaran (IP) (Gambar 2), Sungai Silandak dalam kategori cemar sedang hingga berat.



Gambar 1. Indeks Pencemaran (IP) Sungai Silandak  
 Figure 2. Pollution Index (IP) of Sungai Silandak

## Pembahasan

Rata-rata suhu di lokasi penelitian sebesar  $31,5^{\circ}\text{C}$  termasuk dalam kategori cukup tinggi, karena secara umum suhu perairan  $32^{\circ}\text{C}$  dapat menyebabkan dampak negatif bagi organisme akuatik (Rosyadi & Ali, 2020). TDS atau ukuran total zat terlarut dalam air dengan kadar tinggi menandakan bahwa tingginya kegiatan manusia di sekitar stasiun pengamatan (Alfatihah et al., 2022). Meskipun masih memenuhi nilai baku mutu, nilai TDS di Stasiun I lebih tinggi daripada stasiun lain. Hal ini dipengaruhi oleh dekatnya lokasi dengan Pasar Purwoyo.

TSS merupakan padatan yang tersuspensi penyebab terjadinya kekeruhan pada air (Christina et al., 2020). Kadar TSS terendah berada pada Stasiun II sebesar  $10,5\text{ mg/l}$  dan tertinggi berada pada stasiun VI sebesar  $117\text{ mg/l}$ . Kadar TSS rendah menandakan ekosistem dalam keadaan stabil, sedangkan TSS tinggi menandakan adanya pencemaran yang berasal dari limbah. Berdasarkan baku mutu yang berlaku, hanya Stasiun I – V yang masih dalam kategori aman, sedangkan Stasiun VI telah melebihi baku mutu, yang ditandai dengan perairan yang keruh. Tingginya TSS di stasiun VI disebabkan lokasinya yang merupakan muara sungai, sehingga menjadi tempat akumulasi limbah dari aktivitas manusia yang terjadi di sepanjang aliran sungai. Limpasan limbah dari pencemar *non-point source* seperti kegiatan rumah tangga dapat meningkatkan konsentrasi TDS dan TSS (Adjovu et al., 2023).

Nilai pH tertinggi berada di Stasiun III sebesar  $8,11$  dan terendah di Stasiun IV sebesar  $6,5$ . Masuknya bahan organik maupun anorganik yang sumbernya dari berbagai aktivitas manusia seperti kegiatan domestik ke perairan dapat mempengaruhi nilai pH di perairan (Silaen et al., 2023). Berdasarkan baku mutu yang berlaku, tiap stasiun pengamatan masih dalam kondisi aman. Nilai salinitas  $0\text{ ppt}$  di stasiun I – V, dan  $14\text{ ppt}$  di stasiun VI yang merupakan muara sungai. Secara umum, sungai merupakan air tawar yang memiliki kadar salinitas  $0 - 0,5\text{ ppt}$ . Stasiun VI memiliki kadar  $14\text{ ppt}$  karena lokasinya berada di muara sungai.

Konsentrasi nitrat tertinggi berada di Stasiun III sebesar  $4,07\text{ mg/l}$  dan terendah berada di Stasiun IV sebesar  $0,31\text{ mg/l}$ . Parameter nitrat masih sesuai baku mutu. Nilai nitrit terendah terukur di Stasiun V dengan nilai sebesar  $0,02\text{ mg/l}$ , sedangkan di stasiun lainnya melebihi baku mutu. Stasiun yang tidak sesuai baku mutu mengindikasikan bahwa di perairan tersebut mengalami pencemaran oleh limbah industri, domestik, atau limpasan pertanian yang mampu mengganggu ekosistem perairan. Nitrit yang tinggi di perairan bersifat toksik karena kadar oksigen terlarut akan menurun dan hal ini yang akan menyebabkan kematian pada organisme akuatik (Kilawati & Khoir, 2023). Nilai amonia di lokasi penelitian berada di bawah baku mutu,

yaitu 0,2 mg/l. Artinya perairan dalam keadaan aman dan stabil terhadap amonia. Kadar amonia yang terlalu tinggi di perairan dapat berakibat buruk hingga menimbulkan kematian bagi organisme yang hidup di perairan tersebut (Alkindi et al., 2023), karena amonia merupakan senyawa berbahaya apabila terkandung dalam air karena mampu menyebabkan disosiasi amonia (Roudho et al., 2021).

Total fosfat terendah terukur di stasiun II sebesar 0,29 mg/l dan tertinggi di stasiun VI senilai 2,56 mg/l. Semua stasiun mengalami kelebihan kadar fosfat, karena batas ambang baku mutu fosfat yaitu 0,2 mg/l. Total fosfat biasanya bersumber dari limbah deterjen (Pungut et al., 2021). Apabila kandungan fosfat dalam air meningkat, akan berakibat buruk terhadap organisme akuatik, namun jika kadarnya rendah di perairan, akan menghambat pertumbuhan alga dan tanaman akuatik.

DO atau oksigen terlarut dalam air memiliki peranan penting, apabila nilainya menurun akan mengakibatkan buruknya kondisi perairan dan sebaliknya. Stasiun I dan VI memiliki DO yang lebih rendah daripada di Stasiun II – V. Stasiun II – V memiliki nilai DO di atas nilai baku mutu, yang artinya perairan memiliki kandungan oksigen yang baik, sedangkan DO rendah menunjukkan bahwa kondisi perairan dalam keadaan buruk dan mampu menyebabkan stress pada organisme perairan.

BOD merupakan jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan bakteri untuk mengurai (oksidasi) hampir semua zat organik yang terlarut dan sebagian zat organik yang tersuspensi dalam air (Royani et al., 2021). Kadar BOD yang tinggi menandakan bahwa perairan mengalami kontaminasi atau tercemar dan BOD dalam keadaan rendah menandakan bahwa mikroorganisme mampu mendegradasikan bahan organik dengan efisien. Seluruh stasiun pengamatan melebihi baku mutu sungai kelas II sebesar 3 mg/l yang menyebabkan air sungai tidak baik untuk dimanfaatkan.

COD akan selalu lebih tinggi dibandingkan BOD, hal ini dapat terjadi karena banyaknya zat organik yang teroksidasi secara kimiawi dan tidak dapat teroksidasi secara biologis. COD merupakan jumlah total oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik secara kimiawi (Sumantri & Rahmani, 2020). Nilai COD yang rendah dipengaruhi oleh kemampuan sungai dalam mengurai limbah. Tingginya nilai COD berkaitan dengan dekomposisi bahan organik yang berasal dari limbah aktivitas manusia di sekitar lokasi (Aris et al., 2014). Nilai COD di semua stasiun pengamatan berada di atas nilai baku mutu. Nilai COD tertinggi terukur di Stasiun V, yang disebabkan oleh limpasan polutan domestik karena lokasinya yang berada di

perumahan padat penduduk.

### **Daya Tampung Beban Pencemaran**

Daya tampung beban pencemaran merujuk pada kapasitas atau kemampuan sungai untuk menyerap dan mengelola limbah/polutan tanpa mengalami kerusakan (*self-purification*). Konsep ini menjadi penting dalam mengelola kawasan lingkungan perairan, terutama sungai. Berdasarkan hasil perhitungan daya tampung beban pencemaran di Sungai Silandak, pencemaran terjadi di tiap stasiun terutama pada parameter kimia yaitu, TSS, nitrit, total fosfat, COD dan BOD.

Parameter BOD dan COD memiliki beban pencemaran paling tinggi. Hal ini disebabkan oleh lokasi Sungai Silandak yang berada di tengah kota dan dipadati oleh aktivitas masyarakat menjadikan sungai ini memiliki pasokan limbah yang beragam, mulai dari limbah rumah tangga, limbah pabrik, limbah perkebunan, limbah tambak, dan limbah dari aktivitas perikanan. Penelitian lain di Sungai Citarik (Wardhani & Sulistiowati, 2018) menghasilkan nilai COD dan BOD yang melebihi daya tampung yang disebabkan oleh limbah domestik, pertanian, dan industri. Sementara yang terjadi di Sungai Kedurus (Taufiqurrahman et al., 2023), beban pencemar untuk parameter TDS, BOD, COD, DO, dan ammonia melebihi daya tampung. Hal ini disebabkan oleh limbah dari kegiatan pertanian dan pemukiman padat penduduk.

### **Indeks Pencemaran (IP)**

Stasiun I, II, III, dan VI dalam kondisi cemar sedang (IP 5,0 – 10,0). Sementara di Stasiun IV dan V dalam kondisi cemar berat (IP >10,0). Tingginya nilai BOD dan COD di stasiun IV dan V menjadi penyebab kedua stasiun tersebut dalam kategori cemar berat. Stasiun IV dalam kategori cemar berat berkaitan dengan pencemar *point-source* berupa kawasan industri PVC dan wilayah perumahan padat penduduk. Sementara stasiun V tercemar berat disebabkan oleh padatnya penduduk di area tersebut. Limbah industri pabrik dan limbah domestik dapat meningkatkan nilai COD maupun BOD di perairan. Hal ini mengindikasikan proses *self-purification* yang tidak optimal di lokasi tersebut (Berliana & Hidayah, 2024).

### **SIMPULAN**

Berdasarkan Indeks Pencemaran (IP), Sungai Silandak mengalami kondisi cemar sedang hingga berat. Daya tampung beban pencemaran Sungai Silandak untuk parameter TSS, nitrit, total fosfat, BOD, COD, dan DO mengalami kelebihan baku mutu perairan kelas II yang telah ditetapkan pada Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021, sedangkan untuk parameter TDS, nitrat, dan amonia masih memenuhi baku mutu. Pencemaran yang terjadi di Sungai Silandak

diasosiasikan dengan parameter COD dan BOD yang tinggi. Sumber pencemar di Sungai Silandak disebabkan oleh limbah rumah tangga dan industri pabrik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adjovu, G. E., Stephen, H., & Ahmad, S. (2023). Spatiotemporal variability in total dissolved solids and total suspended solids along the Colorado River. *Hydrology*, *10*(6). <https://doi.org/10.3390/hydrology10060125>
- Al Maufur, F. R., Ahmad, & Nugraha, S. (2021). Persebaran potensi beban pencemaran dan kemampuan menjernihkan diri pada Sungai Palur, Kabupaten Sukoharjo. *Geo Spatial Proceeding*, 186–194.
- Alfatihah, A., Latuconsina, H., & Prasetyo, H. D. (2022). Analisis kualitas air berdasarkan parameter fisika dan kimia di perairan Sungai Patrean Kabupaten Sumenep. *Aquacoastmarine: Journal of Aquatic and Fisheries Sciences*, *1*(2), 76–84. <https://doi.org/10.32734/jafs.v1i2.9174>
- Alkindi, F. F., Budiono, R., & Al-Islami, F. (2023). Analisis kadar amonia dalam air sungai di daerah industri Sier Surabaya menggunakan metode fenat secara spektrofotometri visibel. *MEDFARM: Jurnal Farmasi dan Kesehatan*, *12*(2), 181–189.
- Aris, A. Z., Lim, W. Y., Praveena, S. M., Yusoff, M. K., Ramli, M. F., & Juahir, H. (2014). Water quality status of selected rivers in Kota Marudu, Sabah, Malaysia and its suitability for usage. *Sains Malaysiana*, *43*(3), 377–388.
- Badan Standar Nasional. (2021). SNI 8995:2021 Metode Pengambilan Contoh Uji Air untuk Pengujian Fisika dan Kimia. Badan Standarisasi Nasional : Jakarta.
- Badan Standar Nasional. (2021). SNI 6989.27:2019 Air dan Air Limbah – Bagian 27: Cara Uji Padatan Terlarut Total (Total Dissolved Soilds, TDS) secara Gravimetri. Badan Standarisasi Nasional : Jakarta.
- Badan Standar Nasional. (2021). SNI 6989.57:2008 Metoda Pengambilan Contoh Air Permukaan. Badan Standarisasi Nasional : Jakarta. [BSN] Badan Standar Nasional, 2021. SNI 06-2480-1991 Metode Uji Nitrat. Badan Standarisasi Nasional : Jakarta.
- Badan Standar Nasional. (2021). SNI 06-6898.9-2004 Air dan Air Limbah – Bagian 9: Cara Uji Nitrit secara Spektrofotometri. Badan Standarisasi Nasional : Jakarta.

- Badan Standar Nasional. (2021). SNI 06-6989.30-2005 Air dan Air Limbah – Bagian 30: Cara Uji Kadar Amonia dengan Spektrofotometer secara Fenat. Badan Standarisasi Nasional : Jakarta.
- Badan Standar Nasional. (2021). SNI 6989-31:2021 Verifikasi Kadar Total Fosfor pada Air Limbah menggunakan Metode Spektrofotometri Uv-vis. Badan Standarisasi Nasional : Jakarta.
- Badan Standar Nasional. (2021). SNI 06-6989.14-2004 Air dan Air Limbah – Bagian 14: Cara Uji Oksigen Terlarut secara Yodometri (Modifikasi Azida). Badan Standarisasi Nasional : Jakarta.
- Badan Standar Nasional. (2021). SNI 06-6989.72-2009 Air dan Air Limbah – Bagian 72: Cara Uji Kebutuhan Oksigen Biokimia (Biological Oxygen Demand/BOD) Badan Standarisasi Nasional : Jakarta.
- Badan Standar Nasional. (2021). SNI 6989.2-2019 – COD Refluks Tertutup. Badan Standarisasi Nasional : Jakarta.
- Berliana, P. N., & Hidayah, E. N. (2024). Strategi pengendalian pencemaran air Sungai Gude Ploso menggunakan Pemodelan QUAL2Kw. *Jurnal Serambi Engineering*, 9(4), 11257–11269.
- Christina, R., Anggraini, I. M., & Syahwanti, H. (2020). Analisis kualitas air dan status mutu serta beban pencemaran Sungai Mahap di Kabupaten Sekadau Kalimantan Barat. *Serambi Engineering*, 5(2), 941–950.
- Diniarti, Y. S. A. (2021). Analisis respon mahasiswa FKIP Universitas Jember terhadap kerusakan fungsi sungai dan dampak yang ditimbulkannya. *Ekologia : Jurnal Ilmiah Ilmu Dasar dan Lingkungan Hidup*, 21(1), 21–26. <https://journal.unpak.ac.id/index.php/ekologia>
- Kementerian Lingkungan Hidup. (2003). Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 115 Tahun 2003 tentang Penetapan Status Mutu Air. Jakarta, DKI: Penulis. Diakses dari: <http://medcontent.metapress.com/index/A65RM03P4874243N.pdf>
- Kilawati, Y., & Khoir, M. (2023). Pengukuran kualitas lingkungan dan dinamika bahan organik di Ranu Klakah, Jawa Timur, Indonesia. *PoluSea: Water and Marine Pollution Journal*, 1(2), 57–74. <https://poluseajurnal.ub.ac.id>
- Larasati, N. N., Wulandari, S. Y., Maslukah, L., Zainuri, M., & Kunarso. (2021). Kandungan pencemaran deterjen dan kualitas air di Perairan Muara Sungai Tapak, Semarang. *Indonesia Journal of Oceanography*, 03(01), 1–13.

- Mujib, M. A., Ikhsan, F. A., Apriyanto, B., Astutik, S., & Khasanah, A. N. (2022). Evaluasi daya tampung beban pencemaran air sungai menggunakan pendekatan Metode Neraca Massa. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 21(2), 152–161. <https://doi.org/10.14710/jkli.21.2.152-161>
- Pratama, D., Yanda, R., & Fajar, M. (2022). Analisa status mutu air dan daya tampung beban pencemaran di Sungai Way Jelai Provinsi Lampung. *Jurnal Teknik Pengairan: Journal of Water Resources Engineering*, 13(2), 128–140. <https://doi.org/10.21776/ub.pengairan.2022.013.02.01>
- Pungut, Kholif, M., & Pratiwi, W. (2021). Penurunan kadar *chemical oxygen demand* (COD) dan fosfat pada limbah laundry dengan metode adsorpsi. *Jurnal Sains Dan Teknologi Lingkungan*, 13(2), 155–165.
- Purba, R. D., Haeruddin, & Rudiyaniti, S. (2020). Analisis beban pencemaran Sungai Banjir Kanal Barat dan Sungai Silandak, Semarang. *Journal of Maquares*, 9(1), 67–71. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/maquares>
- Rosyadi, H. I., & Ali, M. (2020). Biomonitoring makrozoobenthos sebagai indikator kualitas air sungai. *Jurnal Envirotek*, 12(1), 11–18.
- Roudho, R., Falahudin, I., & Damaiyanti, S. (2021). Uji kadar besi (Fe) dan ammonia (NH<sub>3</sub>) pada sampel air permukaan sungai secara spektrofotometer. *Prosiding Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan*, 4(1), 279–285.
- Royani, S., Fitriana, A. S., Enarga, P., & Bagaskara, H. (2021). Kajian COD dan BOD dalam air di lingkungan Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) sampah kalori Kabupaten Banyumas. *Jurnal Sains Dan Teknologi Lingkungan*, 13(1), 40–49.
- Saputra, P., Yudasmaras, G., & Maharani, I. M. (2023). Analisis Storet kualitas air pada kegiatan pembenihan di Balai Perbenihan Ikan (BPI) Buleleng, Bali. *PENA Akuatik : Jurnal Ilmiah Perikanan Dan Kelautan*, 22(2), 63–70.
- Sekretariat Negara Republik Indonesia. (2021). Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Jakarta, DKI: Penulis. Diakses dari: <http://www.jdih.setjen.kemendagri.go.id/>.
- Silaen, L. S., Manik, R., Handoco, E., & Simanjuntak, H. (2023). Analisis kualitas air Sungai Asahan di Desa Asahan Mati Kecamatan Tanjung Balai Kabupaten Asahan. *Jurnal Perikanan Unram*, 13(3), 728–735. <https://doi.org/10.29303/jp.v13i3.607>

- Sumantri, A., & Rahmani, R. Z. (2020). Analisis pencemaran kromium (VI) berdasarkan kadar chemical oxygen demand (COD) pada hulu Sungai Citarum di Kecamatan Majalaya Kabupaten Bandung Provinsi Jawa Barat. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 19(2), 144–151. <https://doi.org/10.14710/jkli.19.2.144-151>
- Taufiqurrahman, A., Nurmaningsih, D. R., & Pribadi, A. (2023). Memiliki perlindungan lingkungan hidup melalui analisis daya tampung beban pencemaran Sungai Kedurus Kecamatan Wiyung Surabaya. *Jurnal Al-Azhar Indonesia Seri Sains dan Teknologi*, 8(2), 140. <https://doi.org/10.36722/sst.v8i2.1442>
- Wardhani, E., & Sulistiowati, L. A. (2018). Kajian daya tampung Sungai Citarik Provinsi Jawa Barat. *Jurnal Rekayasa Hijau*, 2(2), 147–155. <https://doi.org/10.26760/jrh.v2i2.2393>