

Kualitas Air Sungai di Wilayah Kabupaten Jawa Tengah

Fiqi Nurbaya, Yohana Fide Oktavia, Syefira Ayodia Johar

Fakultas Kesehatan Masyarakat dan Ilmu Kesehatan, Universitas Veteran Bangun Nusantara, Karanganyar,
Indonesia

Email: fiqinaya@gmail.com

Received: January 31, 2024, Accepted: November 21, 2024, Published: November 28, 2024

Abstrak

Penurunan kualitas air sungai ditandai oleh penurunan parameter kualitas air yaitu parameter fisika, kimia dan mikrobiologi. Studi pendahuluan diketahui bahwa parameter fisika dan kimia TSS, BOD berurutan 52 mg/L, 57 mg/L hasil uji tersebut tidak sesuai dengan Peraturan Pemerintah No. 22 tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui kualitas air sungai berdasarkan parameter fisika dan kimia yaitu *Total Suspended Solid* (TSS), *Total Dissolved Solid* (TDS), *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Biological Oxygen Demand* (BOD), *Dissolved Oxygen* (DO), *potential of hydrogen* (pH) di Kabupaten Karanganyar. Metode penelitian ini adalah deskriptif kuantitatif menggunakan uji laboratorium, dengan sampel 6 sungai di setiap subDAS. Teknik *sampling* menggunakan *Integrated Sampling* dengan melakukan pengujian laboratorium. Analisis data menggunakan pengukuran kualitas air dengan metode indeks pencemar. Parameter yang diuji adalah parameter fisika yaitu TSS, TDS dan kimia yaitu COD, BOD, DO dan pH. Hasil penelitian menunjukkan parameter TSS melebihi baku mutu, TDS sesuai dengan baku mutu, COD melebihi baku mutu, BOD melebihi baku mutu, DO sesuai baku mutu, pH tidak sesuai dengan baku mutu. Simpulan dalam penelitian ini adalah Sungai Jlamprang Sub DAS Keduang 1,99 (tercemar ringan), Sungai Bagor Sub DAS Jlantah 2,31 (tercemar ringan), Sungai Gembong Sub DAS Samin 6,94 (tercemar sedang), Sungai Kumpul Sub DAS Mungkung 2,74 (tercemar ringan), Sungai Kendat Sub DAS Kenatan 2,67 (tercemar ringan), Sungai Pepe Sub DAS Pepe 2,14 (tercemar ringan). Saran untuk Pemda Kab Karanganyar adalah melakukan pemantauan kualitas air sungai secara berkala.

Kata kunci: *Chemical Oxygen Demand, Biological Oxygen Demand, Dissolved Oxygen.*

Abstract

The decline in river air quality is characterized by a decline in air quality parameters, namely physical, chemical and microbiological parameters. Preliminary studies revealed that the physical and chemical parameters of TSS, BOD were respectively 52 mg/L, 57 mg/L, the test results were not in accordance with Government Regulation no. 22 of 2021 concerning Implementation of Environmental Protection and Management. The aim of this research is to determine the quality of river water based on physical and chemical parameters, namely Total Suspended Solid (TSS), Total Dissolved Solid (TDS), Chemical Oxygen Demand (COD), Biological Oxygen Demand (BOD), Dissolved Oxygen (DO), water potential hydrogen (pH) in Karanganyar Regency. This research method is quantitative descriptive using laboratory tests, with samples from 6 rivers in each sub-watershed. The sampling technique uses Integrated Sampling by carrying out laboratory testing. Data analysis uses air quality measurements using the pollutant index method. The parameters tested are physical parameters, namely TSS, TDS and chemical parameters, namely COD, BOD, DO and pH. The research results show that the TSS parameters exceed the quality standards, TDS corresponds to the quality standards, COD exceeds the quality standards, BOD exceeds the quality standards, DO corresponds to the quality standards, pH does not comply with the quality standards. The conclusions in this research are that the Jlamprang River sub-watershed of Kudus is 1.99 (lightly polluted), the Bagor River is sub-watershed of Jlantah 2.31 (lightly polluted), the Gembong River is sub-watershed of Samin 6.94 (moderately polluted), the Kumpul River is sub-watershed of Mungkung 2.74 (lightly polluted), Kendat River, Kenatan sub-watershed, 2.67 (lightly polluted), Pepe River, Pepe sub-watershed, 2.14 (lightly polluted). The suggestion for the Karanganyar District Government is to monitor river water quality regularly

Keywords: *Chemical Oxygen Demand, Biological Oxygen Demand, Dissolved Oxygen.*

Pendahuluan

Air merupakan senyawa kimia yang sangat penting bagi kehidupan makhluk hidup di bumi ini. Fungsi air bagi kehidupan ini tidak dapat digantikan oleh senyawa lain. Penggunaan air yang utama dan sangat vital bagi kehidupan adalah sebagai air minum. Hal ini terutama untuk mencukupi kebutuhan air di dalam tubuh manusia itu sendiri. Sebagian besar kebutuhan air manusia berasal dari berbagai sumber air seperti sungai, sumur gali, sumur bor, mata air, air PDAM, dan sebagainya, oleh karena itu kualitas sarana air bersih masyarakat harus selalu diperhatikan, sehingga masyarakat dapat memperoleh air bersih yang memenuhi syarat kesehatan bagi pemenuhan kebutuhan masyarakat (Andini, 2017).

Sungai merupakan sumber air permukaan yang memberikan manfaat kepada kehidupan manusia (Mardhia dan Viktor Abdullah, 2018). Sungai menyediakan air yang bermanfaat bagi kehidupan manusia diantaranya adalah kegiatan pertanian, perindustrian maupun kegiatan sehari-hari (rumah tangga). Selain itu sungai juga memberikan manfaat bagi organisme yang hidup didalam perairan sungai. Bertambahnya kepadatan jumlah penduduk disertai kondisi ekonomi yang rendah memaksa penduduk tersebut untuk tinggal di sepanjang Daerah Aliran Sungai (DAS). Hampir Sebagian besar masyarakat yang hidup di sepanjang Daerah Aliran Sungai (DAS) memanfaatkan air sungai untuk kehidupan sehari-hari. Banyaknya lahan pemukiman serta tingkat kepadatan penduduk yang tinggi di sepanjang Daerah Aliran Sungai (DAS) mengakibatkan timbulnya berbagai masalah diantaranya adalah meningkatnya sumber pencemaran limbah domestik (Ngatilah, 2016).

Penurunan kualitas air sungai ditandai oleh penurunan beberapa parameter kualitas air diantaranya adalah parameter fisika, kimia maupun mikrobiologi (Nurbaya dan Dewi Puspito Sari, 2023) . Penurunan kualitas air sungai ini merupakan indikasi terjadinya pencemaran air sungai pada area tersebut. Salah satu sumber penyebab penurunan kualitas air sungai tersebut berasal dari pembuangan limbah rumah tangga (limbah domestik) diantaranya buangan air rumah tangga, air cucian, urin, kotoran manusia (tinja) serta sampah yang dibuang secara langsung di sepanjang aliran sungai. Pembuangan limbah ke sungai merupakan salah satu penyebab kerusakan lingkungan hidup, munculnya berbagai penyakit pada manusia dan dapat menimbulkan pencemaran air (Ngatilah, 2016).

Sesuai dengan Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 yaitu tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, pencemaran air adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan atau komponen lain ke dalam air oleh kegiatan manusia sehingga melampaui baku mutu air yang telah ditetapkan. Kasus penurunan

kualitas air terjadi di beberapa wilayah Indonesia, termasuk di Kabupaten Karanganyar. Di Kabupaten Karanganyar, menurunnya kualitas air diakibatkan oleh pencemaran dari buangan limbah rumah tangga maupun limbah industri yang tidak mengindahkan aturan pembuangan dan pengolahan limbah yang benar terhadap kondisi lingkungan sekitarnya, sehingga berdampak pada kondisi air sungai di Kabupaten Karanganyar. Kondisi hidrologi Kabupaten Karanganyar memiliki berbagai sumber air yang disebabkan oleh karena terletak dikaki Gunung Lawu, dan sungai yang ada sebanyak 31 sungai yang dikelompokkan kedalam 6 (enam) Sub DAS, yaitu sub DAS Kedaung, sub DAS Jlantah - Walikan, sub DAS Samin, sub DAS Mungkung, sub DAS Kenatan dan sub DAS Pepe. Semua Sub DAS tersebut bersumber dari lereng gunung lawu dan mengalir ke bawah yang berakhir di sungai Bengawan Solo. Sedangkan sungai – sungai yang menjadi media untuk pembuangan limbah cair oleh industri adalah sungai ngringo, sungai pengok dan sungai sroyo yang melintas di wilayah kecamatan kebakramat, jaten, dan tasikmadu (DLH Kab Karanganyar, 2017).

Tabel 1. Daerah Aliran Sungai (DAS) di Wilayah Kabupaten Karanganyar (DAS Bengawan Solo)

| No | Nama DAS | Luas (Ha) | Debit (M ³ / detik) |
|----|--------------------------|-----------|--------------------------------|
| 1 | sub DAS Kedaung | 257 | 22,3 |
| 2 | sub DAS Jlantah- Walikan | 11.564 | 3.332 |
| 3 | sub DAS Samin | 20.412 | 5.881 |
| 4 | sub DAS Mungkung | 31.129 | 2.571 |
| 5 | sub DAS Kenatan | 7.408 | 895 |
| 6 | sub DAS Pepe | 7.25 | 623 |

Sumber: Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Kabupaten Karanganyar tahun 2017

Dari tabel 1 dilihat bahwa Sub DAS Mungkung mempunyai luas jangkauan pengairan di wilayah Kabupaten Karanganyar terbesar yaitu 31.129 Ha dan paling kecil adalah sub DAS Kedaung yang hanya mempunyai luas pengairan sebesar 257 Ha. Sungai yang melintasi Kabupaten Karanganyar sebanyak 27 sungai/anak sungai. Yang paling panjang adalah sungai/anak sungai Kumpul yang mempunyai jangkauan 43,50 Km dan yang paling pendek adalah sungai/anak sungai Platar dengan panjang hanya 3,50 Km.

Salah satu sungai yang berada di Kabupaten Karanganyar adalah Sungai Klatak. Sungai Klatak merupakan DAS Bengawan Solo dan sub DAS Samin. Sungai Klatak digunakan untuk aktivitas warga sekitar/ pemukiman, peternakan, dan industri. Terdapat industri tahu yang bersebelahan dengan sungai Klatak dan belum memiliki instalasi pengolahan limbah. Limbah yang dihasilkan langsung dibuang ke sungai Klatak. Berbagai macam kegiatan tersebut menyebabkan peningkatan pencemaran air sungai Klatak, dimana

sesuai dengan informasi dari ketua RT setempat terdapat 54 Kepala Keluarga yang berada di desa Klatak yang memanfaatkan air sungai, hal tersebut yang membuat peneliti tertarik untuk melakukan penelitian di sungai Klatak.

Hasil studi pendahuluan untuk parameter fisika dan kimia terhadap pengujian sampel air sungai Klatak dibagian badan tengah sungai diketahui bahwa parameter fisika TSS adalah 430 mg/L dan parameter kimia COD 1818 mg/L. Hasil uji yang didapat tersebut melebihi baku mutu dan tidak sesuai dengan lampiran VI Peraturan Pemerintah RI No. 22 tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, baku mutu air sungai kelas 2. Diketahui bahwa nilai baku mutu untuk parameter fisika TSS adalah 50 mg/L, sedangkan untuk parameter kimia COD adalah 25 mg/L.

Metode

Jenis penelitian yang digunakan adalah jenis penelitian deskriptif kuantitatif yaitu menggambarkan hasil perbandingan data kualitas air hasil uji laboratorium dengan baku mutu yang berlaku dan mendeskripsikan hasil penelitian berdasarkan kajian kepustakaan (Sulistiyorini, 2016). Penelitian dilakukan di Daerah Aliran Sungai (DAS) di Kabupaten Karanganyar. Populasi dalam penelitian ini adalah 6 Sub DAS di Kabupaten Karanganyar. Sampel dari penelitian ini adalah 1 sungai di masing-masing Sub DAS di Kabupaten Karanganyar.

Teknik Pengambilan sampel air mengacu pada SNI 6989.57:2008 secara rinci yaitu : (1) Siapkan alat pengambil contoh yang sesuai dengan keadaan sumber airnya. (2) Bilas alat pengambil contoh dengan air yang akan diambil sebanyak 3 (tiga) kali. (3) Ambil contoh sesuai dengan peruntukan analisis dan campurkan dalam penampung sementara, kemudian homogenkan. (4) Pengambilan sampel air diambil pada kedalaman 0,5 meter dari badan air. (5) Karena pemeriksaan sampel tidak dapat segera dilakukan, maka sampel air yang diambil disaring dengan saringan ukuran pori 0,45 μm untuk menyaring bakteri yang ada dalam air. Sehingga sampel tidak terkontaminasi pada saat pengawetan sebelum dilakukan analisis laboratorium. (6) Memasukkan air ke dalam wadah yang sesuai peruntukan analisis. (7) Sampel dibawa ke laboratorium. (8) Pemeriksaan sampel dilakukan di laboratorium Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Sukoharjo. Instrumen Penelitian menggunakan botol sampel, TDS Meter, TSS Meter, DO Meter, BOD Meter, COD Meter, alat tulis dan kamera. Cara Pengumpulan Data yang dipergunakan dalam penelitian ini ialah dengan melakukan pengukuran dan analisa hasil dari laboratorium. Sampel yang sudah diperoleh dari masing-

masing Sub DAS langsung dibawa ke laboratorium Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Sukoharjo.

Hasil uji laboratorium disajikan dalam bentuk tabel kemudian dianalisis secara deskriptif dengan cara membandingkan antara hasil uji sampel dengan baku mutu sampel air berdasarkan lampiran VI Peraturan Pemerintah RI No. 22 tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, baku mutu air sungai kelas 2. Untuk pengukuran kualitas air berdasarkan parameter fisika kimia dengan metode Indeks Pencemaran (Kemen LH No. 115 tahun 2003), yaitu dengan dihitung hasil uji laboratorium air sampel setiap sungai yang akan dibandingkan dengan standar baku mutu air, yaitu:

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

Keterangan:

- PI_j : Indeks pencemaran bagi peruntukan j,
Ci : Konsentrasi parameter kualitas air I,
Lij : Konsentrasi parameter kualitas air I yang tercantum dalam baku peruntukan air j,
M : Maksimum
R : Rerata
J : peruntukan air (kelas).

Tabel 2. Nilai *Pollution Index*

| Nilai PI | Keterangan |
|----------------------|--------------------|
| $0 < IP \leq 1.0$ | Memenuhi Baku Mutu |
| $1.0 < IP \leq 5.0$ | Tercemar Ringan |
| $5.0 < IP \leq 10.0$ | Tercemar Sedang |
| $IP > 10.0$ | Tercemar Berat |

Sumber: Kementerian Lingkungan Hidup, 2003

Hasilnya kemudian dimuat ke dalam media sebuah tabel untuk mendiskripsikan atau menggambarkan data yang berupa angka serta menghubungkannya. Pada tahap akhir ditarik kesimpulan yang terjadi terhadap kualitas air sungai di Kabupaten Karanganyar.

Hasil

1. Parameter TSS (*Total Suspended Solid*)

Tabel 3. Hasil Pengujian Parameter TSS SubDAS Kabupaten Karanganyar

| No. | Sub DAS | Nama Sungai | Baku Mutu TSS | Hasil Pengujian TSS |
|-----|------------------|------------------|---------------|---------------------|
| 1. | Sub DAS Keduang | Sungai Jlamprang | 50 mg/L | 43 |
| 2. | Sub DAS Jlantah | Sungai Bagor | | 53* |
| 3. | Sub DAS Samin | Sungai Gembong | | 73* |
| 4. | Sub DAS Mungkung | Sungai Kumpul | | 48 |
| 5. | Sub DAS Kenatan | Sungai Kendat | | 49 |
| 6. | Sub DAS Pepe | Sungai Pepe | | 64* |

Sumber : Laboratorium Lingkungan – DLH Sukoharjo

Keterangan :

*) : Tidak sesuai baku mutu air kelas II.

Baku mutu parameter fisika TSS yaitu 50 mg/L, dari hasil pengujian 6 sungai pada setiap sub DAS didapat hasil uji TSS yang telah sesuai baku mutu dengan nilai yaitu sungai Jlamprang (subDAS Keduang) 43 mg/L, sungai Kumpul (subDAS Mungkung) 48 mg/L, dan sungai Kendat (sub DAS Kenatan) 49 mg/L. sedangkan hasil uji TSS yang melebihi baku mutu dengan nilai yaitu. sungai Bagor (sub DAS Jlantah) 53 mg/L, sungai Gembong (sub DAS Samin) 73 mg/L dan sungai Pepe (Sub DAS Pepe) 64 mg/L.

2. Parameter TDS (*Total Dissolved Solids*)

Tabel 4. Hasil Pengujian parameter TDS Sub DAS Kab. Karanganyar

| No. | Sub DAS | Nama Sungai | Baku Mutu TDS | Hasil Pengujian TDS |
|-----|------------------|------------------|---------------|---------------------|
| 1. | Sub DAS Keduang | Sungai Jlamprang | 1000 mg/L | 293 |
| 2. | Sub DAS Jlantah | Sungai Bagor | | 177 |
| 3. | Sub DAS Samin | Sungai Gembong | | 349 |
| 4. | Sub DAS Mungkung | Sungai Kumpul | | 105 |
| 5. | Sub DAS Kenatan | Sungai Kendat | | 198 |
| 6. | Sub DAS Pepe | Sungai Pepe | | 273 |

Sumber: Laboraturium Lingkungan – DLH Sukoharjo,

Keterangan:

*) : Tidak sesuai baku mutu air kelas II.

Baku mutu parameter fisika TDS yaitu 1000 mg/L, dari hasil pengujian 6 sungai pada setiap sub DAS didapat hasil uji TDS untuk seluruh sungai di setiap Sub DAS dengan nilai yaitu: Sungai Jlamprang (Sub DAS Keduang) 293 mg/L, Sungai Bagor (Sub DAS Jlantah) 177, Sungai Gembong (Sub DAS Samin) 349, sungai Kumpul (sub DAS Mungkung) 105 mg/L, sungai Kendat (sub DAS Kenatan) 198 mg/L, dan sungai Pepe (sub DAS Pepe) 273 mg/L.

3. Parameter BOD (*Biochemical Oxygen Demand*)

Tabel 5. Hasil Pengujian Parameter BOD Sub DAS Kab. Karanganyar

| No. | Sub DAS | Nama Sungai | Baku Mutu BOD | Hasil Pengujian BOD |
|-----|------------------|------------------|---------------|---------------------|
| 1. | Sub DAS Keduang | Sungai Jlamprang | 3 mg/L | 6* |
| 2. | Sub DAS Jlantah | Sungai Bagor | | 5* |
| 3. | Sub DAS Samin | Sungai Gembong | | 4* |
| 4. | Sub DAS Mungkung | Sungai Kumpul | | 4* |
| 5. | Sub DAS Kenatan | Sungai Kendat | | 4* |
| 6. | Sub DAS Pepe | Sungai Pepe | | 6* |

Sumber: Laboratorium Lingkungan – DLH Sukoharjo

Keterangan:

*) : Tidak sesuai baku mutu air kelas II.

Baku mutu parameter kimia BOD yaitu 3 mg/L dari hasil pengujian BOD terhadap 6 sungai pada setiap sub DAS didapat hasil bahwa semua sampel tidak sesuai baku mutu dengan nilai yaitu sungai Jlamprang (sub DAS Keduang) 6 mg/L, sungai Bagor (sub DAS Jlantah) 5 mg/L, sungai Gembong (sub DAS Samin) 4 mg/L, sungai Kumpul sub DAS Mungkung 4 mg/L, sungai Kendat (sub DAS Kenatan) 4 mg/L dan sungai Pepe (Sub DAS Pepe) 6 mg/L.

4. Parameter COD (*Chemical Oxygen Demand*)

Tabel 6. Hasil Pengujian Parameter COD Sub DAS Kab. Karanganyar

| No. | Sub DAS | Nama Sungai | Baku Mutu COD | Hasil Pengujian COD |
|-----|------------------|------------------|---------------|---------------------|
| 1. | Sub DAS Keduang | Sungai Jlamprang | 25 mg/L | 10 |
| 2. | Sub DAS Jlantah | Sungai Bagor | | 82* |
| 3. | Sub DAS Samin | Sungai Gembong | | 386* |
| 4. | Sub DAS Mungkung | Sungai Kumpul | | 86* |

| | | | |
|----|-----------------|---------------|-----|
| 5. | Sub DAS Kenatan | Sungai Kendat | 81* |
| 6. | Sub DAS Pepe | Sungai Pepe | 80* |

Sumber: Laboraturium Lingkungan – DLH Sukoharjo, 2021.

Keterangan:

*) : Tidak sesuai baku mutu air kelas II

Baku mutu parameter kimia COD yaitu 25 mg/L dari hasil pengujian COD terhadap 6 sungai pada setiap sub DAS didapat hasil bahwa hanya ada 1 sungai yang memenuhi standart baku mutu yaitu sungai Jlamprang (Sub DAS Keduang) dengan hasil pengujian 10 mg/L. hasil pengujian untuk sungai Bagor (sub DAS Jlantah) 82 mg/L, sungai Gembong (sub DAS Samin) 386 mg/L, sungai Kumpul (sub DAS Mungkung) 86 mg/L, sungai Kendat (sub DAS Kenatan) 81 mg/L dan sungai Pepe (Sub DAS Pepe) 80 mg/L.

5. Parameter DO (*Dissolved Solids*)

Tabel 7. Hasil Pengujian Parameter DO Sub DAS Kab. Karanganyar

| No. | Sub DAS | Nama Sungai | Baku Mutu DO | Hasil Pengujian DO |
|-----|------------------|------------------|--------------|--------------------|
| 1. | Sub DAS Keduang | Sungai Jlamprang | 4 mg/L | 8 |
| 2. | Sub DAS Jlantah | Sungai Bagor | | 8 |
| 3. | Sub DAS Samin | Sungai Gembong | | 7 |
| 4. | Sub DAS Mungkung | Sungai Kumpul | | 8 |
| 5. | Sub DAS Kenatan | Sungai Kendat | | 8 |
| 6. | Sub DAS Pepe | Sungai Pepe | | 7 |

Sumber: Laboraturium Lingkungan – DLH Sukoharjo

Keterangan: *) Tidak sesuai baku mutu air kelas II.

Dari hasil pengujian DO terhadap 6 sungai pada setiap sub DAS didapat hasil bahwa 6 sungai memenuhi standart baku mutu. Hasil pengujian untuk sungai Jlamprang (Sub DAS Keduang), sungai Bagor (Sub DAS Jlantah), sungai Kumpul (Sub DAS Mungkung) dan sungai Kendat (Sub DAS Kenatan) adalah 8 mg/L. Hasil pengujian untuk sungai Gembong (Sub DAS Samin) dan sungai Pepe (Sub DAS Pepe) adalah 7 mg/L.

6. Parameter pH (Derajat Keasaman)

Tabel 8. Hasil pengujian Parameter pH sub DAS Kabupaten Karanganyar

| No. | Sub DAS | Nama Sungai | Baku Mutu pH | Hasil Pengujian pH |
|-----|-----------------|------------------|--------------|--------------------|
| 1. | Sub DAS Keduang | Sungai Jlamprang | 6,5 – 8,5 | 7 |

| | | | |
|----|------------------|----------------|----|
| 2. | Sub DAS Jlantah | Sungai Bagor | 7 |
| 3. | Sub DAS Samin | Sungai Gembong | 7 |
| 4. | Sub DAS Mungkung | Sungai Kumpul | 8 |
| 5. | Sub DAS Kenatan | Sungai Kendat | 7 |
| 6. | Sub DAS Pepe | Sungai Pepe | 6* |

Sumber: Laboraturium Lingkungan – DLH Sukoharjo

Keterangan:

*) : Tidak sesuai baku mutu air kelas II.

Baku mutu parameter kimia pH yaitu 6,5 -8,5 dari hasil pengujian 6 sungai pada setiap sub DAS didapat hasil uji pH yang telah sesuai baku mutu dengan nilai yaitu sungai Jlamprang (sub DAS Keduang) 7, sungai Bagor (sub DAS Jlantah) 7, sungai Gembong (sub DAS Samin) 7, sungai Kumpul (sub DAS Mungkung) 8, sungai Kendat (sub DAS Kenatan) 7 sedangkan hasil uji pH yang melebihi baku mutu dengan nilai yaitu sungai Pepe (sub DAS Pepe) 6.

7. Nilai Indeks Pencemaran

Tabel 9. Nilai Pollution Indeks berdasarkan Parameter Fisika dan Kimia terhadap 6 Sungai pada tiap Sub DAS di Kabupaten Karanganyar

| No | Sub DAS | Nama Sungai | Nilai Indeks Pencemaran (PIj) | Keterangan |
|----|------------------|------------------|-------------------------------|-----------------|
| 1. | Sub DAS Keduang | Sungai Jlamprang | 1,99 | Tercemar Ringan |
| 2. | Sub DAS Jlantah | Sungai Bagor | 2,31 | Tercemar Ringan |
| 3. | Sub DAS Samin | Sungai Gembong | 6,94 | Tercemar Sedang |
| 4. | Sub DAS Mungkung | Sungai Kumpul | 2,74 | Tercemar Ringan |
| 5. | Sub DAS Kenatan | Sungai Kendat | 2,67 | Tercemar Ringan |
| 6. | Sub DAS Pepe | Sungai Pepe | 2,14 | Tercemar Ringan |

Pembahasan

1. Parameter TSS (*Total Suspended Solid*)

Baku mutu parameter fisika TSS yaitu 50 mg/L, hasil pengujian 6 sungai pada setiap sub DAS didapat hasil uji TSS yang sesuai baku mutu yaitu sungai Jlamprang (sub DAS Keduang) 43 mg/L, sungai Kumpul (sub DAS Mungkung) 48 mg/L, dan sungai Kendat (sub DAS Kenatan) 49 mg/L. Sedangkan hasil uji TSS yang melebihi baku mutu yaitu

sungai Bagor (sub DAS Jlantah) 53 mg/L, sungai Gembong (sub DAS Samin) 73 mg/L dan sungai Pepe (Sub DAS Pepe) 64 mg/L.

Penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Panjaitan, dkk, 2023). Hasil penelitian menunjukkan konsentrasi total padatan tersuspensi (TSS) di 5 lokasi pengambilan sampel melebihi baku mutu air kelas II. Konsentrasi TSS memiliki variasi yang berbeda dengan 4 titik pengambilan sampel air lainnya, dimana ke-4 titik pengambilan sampel air ini tidak dilalui jalur pelayaran kapal. Besarnya nilai TSS pada ke-5 titik pengambilan sampel air ini dapat diakibatkan oleh limbah domestik yang dihasilkan dari aktivitas pelabuhan, transportasi air, kegiatan pariwisata, perhotelan, dan perkantoran. Penelitian ini tidak sejalan dengan penelitian yang sudah dilakukan oleh (Rosarina & Laksanawati, 2018). Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa kualitas air di sungai Cisadane Kota Tangerang masih memenuhi Baku Mutu Air kelas II berdasarkan PP No. 82 tahun 2001 yaitu nilai TSS dengan rata-rata 26,33 mg/L.

Peneliti telah melakukan wawancara dengan warga sekitar, diperoleh informasi bahwa sungai Bagor, sungai Gembong dan sungai Pepe dimanfaatkan warga pemukiman sebagai tempat mencuci serta membuang sampah, walaupun disepanjang area sungai tersebut sudah terpasang larangan membuang sampah tetap ada beberapa warga yang masih membuang sampah disungai. Aliran sungai Bagor digunakan sebagai pariwisata karena berlokasi di sepanjang Tawangmangu, sehingga aliran air tercampur dengan kegiatan pariwisata. Sungai Gembong melewati beberapa industri rumahan. Informasi dari warga yang tinggal disekitar sungai, limbah hasil industri rumahan langsung dibuang ke sungai sehingga sesekali menyebabkan bau yang tidak sedap sepanjang aliran sungai.

Aktivitas manusia dan industri menjadi salah satu sumber pencemaran lingkungan terutama pencemaran sungai. Pencemaran sungai ini menyebabkan adanya bakteri dan logam berat yang mengganggu kesehatan sungai. Salah Satu adanya pencemaran sungai yaitu pengaruh dari *Total Suspended Solid* (TSS) (Fitrianah & Fawaid, 2023). Kualitas lingkungan perairan sangat dipengaruhi oleh parameter TSS. Dampak yang ditimbulkan pada kesehatan manusia biasanya akibat dari penggunaan kebutuhan air dan mengkonsumsi asil perairan seperti ikan. TSS dalam tubuh bersamaan dengan logam berat yang dapat masuk dalam tubu manusia yang menimbulkan racun karena tidak dibutuhkan oleh tubuh. Racun tersebut sebagai penghambat kinerja dari enzim jadi terputusnya proses dalam metabolisme tubuh manusia. Proses tersebut dalam tubuh melalui kulit, ke pernapasan serta pada pencernaan (Ramlia dkk, 2018). TDS merupakan semua padatan anorganik dan

organik (anion, kation, logam, garam, dan mineral) yang terlarut dalam air. Ketika semua konsentrasi kation dan anion dalam suatu larutan dijumlahkan, maka akan didapatkan konsentrasi total padatan terlarut (TSS) (Fitriah & Fawaid, 2023)

Padatan tersuspensi (TSS) merupakan padatan yang bisa mengurangi tingkat kecerahan air sehingga akan berubah menjadi lebih keruh, tidak dapat mengendap secara langsung dan tidak bisa dilarutkan (Sholeh, dkk 2022). TSS melebihi baku mutu walaupun air sungai tidak bersifat toksik namun bahan tersuspensi yang berlebihan dapat meningkatkan nilai kekeruhan yang selanjutnya akan menghambat penetrasi cahaya matahari ke air sungai dan akhirnya berpengaruh terhadap proses fotosintesis di perairan. Kandungan TSS memiliki hubungan yang erat dengan kejernihan perairan. Semakin rendah kadar TSS maka akan semakin tinggi nilai oksigen terlarut dan kejernihan. *Total Suspended Solid* (TSS) yang mengendap di dasar sungai, akan membentuk lumpur yang dapat mengganggu aliran air sungai serta menyebabkan pendangkalan sungai (Yulianti, 2019).

2. Parameter TDS (*Total Dissolved Solids*)

Baku mutu parameter fisika TDS yaitu 1000 mg/L, dari hasil pengujian 6 sungai pada setiap sub DAS didapat hasil uji TDS untuk seluruh sungai di setiap Sub DAS yaitu: Sungai Jlamprang (Sub DAS Keduang) 293 mg/L, Sungai Bagor (Sub DAS Jlantah) 177, Sungai Gembong (Sub DAS Samin) 349, sungai Kumpul (sub DAS Mungkung) 105 mg/L, sungai Kendat (sub DAS Kenatan) 198 mg/L, dan sungai Pepe (sub DAS Pepe) 273 mg/L.

Hasil uji TDS untuk semua pengujian kualitas sungai, semua telah memenuhi standar baku mutu, nilai TDS yang masih sangat kecil menunjukkan bahwa zat padat yang terlarut dalam air tidak begitu besar namun cukup beresiko karena dapat membatasi pertumbuhan dalam air dan juga dapat membawa kematian bagi makhluk hidup. Hal ini dikarenakan zat yang terlarut dalam air berupa zat organik maupun anorganik yang digunakan makhluk hidup didalam sungai untuk berfotosintesis maupun pertumbuhan (Tori, dkk, 2016).

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Badu, dkk, 2023). Hasil pengujian parameter *Total Dissolved Solids* (TDS) air Sungai Bone yang diuji pada empat titik sampel, diperoleh kadar TDS keempat sampel tersebut masih memenuhi standar baku mutu air Sungai yang telah ditetapkan. Kadar TDS pada setiap titik cenderung naik dari hulu ke hilir. Peningkatan TDS yang cukup signifikan dapat disebabkan terbawanya kontaminan pada perjalanan air Sungai dari hulu ke hilir. TDS (*Total*

Disssolved Solid) merupakan analisa fisik air untuk menentukan jumlah padatan terlarut yang ada pada air/badan air. Zat terlarut tersebut dapat menghasilkan warna, rasa, dan bau, serta mengandung zat-zat kimia beracun dan karsinogenik (Ridwan, dkk, 2018).

TDS mengacu pada total padatan terlarut dalam air yang mencakup berbagai mineral, garam, dan logam. Padatan ini dapat berasal dari sumber alami dan buatan manusia serta berpengaruh terhadap rasa dan keamanan konsumsi air. Tingkat TDS yang tinggi dapat menunjukkan keberadaan kontaminan yang berpotensi membahayakan. TDS tidak hanya memberikan gambaran tentang komposisi kimia air tetapi juga mempengaruhi properti fisik seperti rasa, kejernihan, dan bahkan konduktivitas listrik air. Tingkat TDS yang tinggi sering dikaitkan dengan air keras yang mungkin memiliki rasa yang kurang menyenangkan dan bisa berdampak negatif pada kesehatan jika mengandung kontaminan berbahaya (Nainggolan, dkk, 2024).

3. Parameter BOD (*Biochemical Oxygen Demand*)

Baku mutu parameter kimia BOD yaitu 3 mg/L dari hasil pengujian BOD terhadap 6 sungai pada setiap sub DAS didapat hasil bahwa semua sampel tidak sesuai baku mutu yaitu sungai Jlamprang (sub DAS Keduang) 6 mg/L, sungai Bagor (sub DAS Jlantah) 5 mg/L, sungai Gembong (sub DAS Samin) 4 mg/L, sungai Kumpul sub DAS Mungkung 4 mg/L, sungai Kendat (sub DAS Kenatan) 4 mg/L dan sungai Pepe (Sub DAS Pepe) 6 mg/L. Hal tersebut menunjukkan bahwa terdapat jumlah cemaran limbah baik dari pemukiman, pertanian, pariwisata dan industri, sehingga membuat makhluk hidup yang ada diperairan sangat membutuhkan jumlah oksigen yang lebih besar dari keadaan normal untuk menguraikan sebuah polutan maupun melakukan respirasi sehingga makin besar kadar BOD nya, maka merupakan indikasi bahwa perairan tersebut telah tercemar (Ilham, dkk, 2023).

Nilai BOD yang tinggi secara langsung mencerminkan tingginya kegiatan mikroorganisme di dalam air dan secara tidak langsung memberikan petunjuk tentang kandungan bahan-bahan organik yang tersuspensikan (Yamasita, dkk, 2022). BOD merupakan parameter penduga yang diperlukan perairan untuk mendegradasi bahan organik yang dikandungnya. Status mutu air sungai menunjukkan tingkat pencemaran suatu sumber air dalam waktu tertentu, kemudian dibandingkan dengan baku mutu air yang ditetapkan. Sungai dapat dikatakan tercemar apabila tidak dapat digunakan sesuai dengan peruntukannya secara normal (Ilham, dkk, 2023). Uji BOD ini tidak dapat digunakan untuk

mengukur jumlah bahan-bahan organik yang terdapat di dalam air sungai namun hanya mengukur secara relatif jumlah konsumsi oksigen yang digunakan untuk mengoksidasi bahan organik tersebut (Ariani, dkk, 2021). Semakin banyak oksigen yang dikonsumsi maka kandungan bahan organik di dalam air juga semakin banyak. Prinsip dari pengukuran BOD cukup sederhana, yaitu mengukur kandungan oksigen terlarut awal (DO_i) dari sampel segera setelah pengambilan contoh, kemudian mengukur kandungan oksigen terlarut pada sampel yang telah diinkubasi selama 5 hari pada kondisi gelap dan suhu tetap (20⁰C) yang sering disebut dengan DO₅ (Makbul, 2022). Selisih DO_i dan DO₅ (DO_i - DO₅) merupakan nilai BOD yang dinyatakan dalam milligram oksigen per liter (mg/L) (Liang, 2018). Jadi pada prinsipnya dalam kondisi gelap, agar tidak terjadi proses fotosintesis yang menghasilkan oksigen, dan dalam suhu yang tetap selama lima hari, diharapkan hanya terjadi proses dekomposisi oleh mikroorganisme, sehingga yang terjadi hanyalah penggunaan oksigen, dan oksigen tersisa ditera sebagai DO₅ (Atima, 2015).

4. Parameter COD (*Chemical Oxygen Demand*)

Baku mutu parameter kimia COD yaitu 25 mg/L dari hasil pengujian COD terhadap 6 sungai pada setiap sub DAS didapat hasil bahwa hanya ada 1 sungai yang memenuhi standart baku mutu yaitu sungai Jlamprang (Sub DAS Keduang) dengan hasil pengujian 10 mg/L. hasil pengujian untuk sungai Bagor (sub DAS Jlantah) 82 mg/L, sungai Gembong (sub DAS Samin) 386 mg/L, sungai Kumpul (sub DAS Mungkung) 86 mg/L, sungai Kendat (sub DAS Kenatan) 81 mg/L dan sungai Pepe (Sub DAS Pepe) 80 mg/L. penelitian ini tidak sejalan dengan penelitian yang dilakukan (Napitupulu & Putra, 2024). Hasil uji menunjukkan bahwa pengukuran COD dan DO masih memenuhi ambang batas baku mutu air. Rendahnya konsentrasi COD disebabkan oleh adanya limbah dari peternakan sapi. Beberapa penelitian mencatat bahwa mikroalga memiliki kemampuan yang baik dalam menyerap limbah, baik itu limbah organik maupun limbah anorganik.

Chemical Oxygen Demand (COD) atau kebutuhan oksigen kimia adalah jumlah oksigen yang diperlukan agar bahan buangan yang ada di dalam air dapat teroksidasi melalui reaksi kimia. Uji COD biasanya menghasilkan nilai kebutuhan oksigen yang lebih tinggi dari BOD karena banyak bahan yang stabil terhadap reaksi biologi dapat teroksidasi (Ashar, 2020). Pengukuran COD didasarkan pada kenyataan bahwa hampir semua bahan organik dapat dioksidasi menjadi karbon dioksida dan air dengan bantuan oksidator kuat (Kalium dikromat/ K₂Cr₂O₇) dalam suasana asam. Perairan yang memiliki kadar COD

tinggi tidak ideal bagi kepentingan perikanan dan pertanian. Kandungan COD pada perairan yang tidak tercemar biasanya berkisar kurang dari 20 mg/liter. Sedangkan pada perairan yang tercemar lebih dari 200 mg/liter dan pada limbah industri dapat mencapai 60.000 mg/liter (Suyasa, 2015). Kandungan COD yang tinggi dalam air sungai menunjukkan adanya sumber pencemar seperti limbah industri, pestisida, atau pupuk yang dapat mengganggu keseimbangan ekosistem sungai. Peningkatan COD dapat menyebabkan penurunan kualitas air, karena memerlukan lebih banyak oksigen untuk mengoksidasi bahan organik dan anorganik yang ada. Hal ini dapat menyebabkan penurunan konsentrasi oksigen terlarut dalam air dan berdampak negatif pada kehidupan akuatik (Napitupulu & Putra, 2024).

5. Parameter DO (*Dissolved Solids*)

Hasil pengujian DO terhadap 6 sungai pada setiap sub DAS didapat hasil bahwa 6 sungai memenuhi standart baku mutu. Hasil pengujian untuk sungai Jlamprang (Sub DAS Keduang), sungai Bagor (Sub DAS Jlantah), sungai Kumpul (Sub DAS Mungkung) dan sungai Kendat (Sub DAS Kenatan) adalah 8 mg/L. Hasil pengujian untuk sungai Gembong (Sub DAS Samin) dan sungai Pepe (Sub DAS Pepe) adalah 7 mg/L.

DO (*Dissolved Oxygen*) adalah jumlah oksigen yang terlarut dalam volume air tertentu pada suatu suhu dan tekanan atmosfer tertentu. Oksigen merupakan salah satu faktor pembatas, sehingga bila ketersediaannya di dalam air tidak mencukupi kebutuhan biota, maka akan menghambat aktivitas di dalam perairan tersebut. Rendahnya kadar oksigen dapat berpengaruh terhadap fungsi biologis dan lambatnya pertumbuhan, bahkan dapat mengakibatkan kematian. Perairan dikatakan mengalami pencemaran yang serius jika kadar DO dibawah 4 ppm. Kadar DO yang rendah dapat memberikan pengaruh yang berbahaya pada komunitas air. Kehidupan di air dapat bertahan jika terdapat oksigen terlarut minimal sebanyak 5 ppm (5 part per million atau 5 mg oksigen untuk setiap liter air) selebihnya bergantung kepada ketahanan organisme, derajat keaktifannya, kehadiran bahan pencemar, dan suhu air. Sungai dapat dengan cepat memurnikan (mempurifikasi) bahan-bahan pencemar yang masuk kedalamnya, khususnya limbah yang membutuhkan oksigen dan limbah panas. Semakin ke arah hilir, konsentrasi DO dapat Kembali pada tingkat yang normal. Besarnya waktu dan jarak yang diperlukan oleh sungai untuk menetralkan bahan pencemar sangat ditentukan oleh volume dan kecepatan aliran air sungai serta besarnya bahan pencemar yang masuk (Pohan, dkk, 2016).

Tingkat oksigen terlarut yang cukup dalam air sungai sangat penting bagi organisme akuatik seperti ikan, makroinvertebrata, dan alga. Konsentrasi oksigen terlarut yang rendah dapat menghambat pertumbuhan dan reproduksi organisme, dan dapat menyebabkan kerusakan ekosistem sungai secara keseluruhan. Faktor-faktor seperti suhu air, aliran air, dan tingkat pencemaran dapat mempengaruhi tingkat oksigen terlarut dalam air. Oleh karena itu, pengukuran DO dalam penentuan kualitas air sungai penting untuk memahami Kesehatan ekosistem dan keberlanjutan kehidupan akuatik. Hasil pengukuran DO di Sungai Pesanggrahan sudah memenuhi baku mutu memenuhi standar baku mutu air yang ditetapkan pada Peraturan Pemerintah Nomor 82 tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air (Napitupulu & Putra, 2024).

6. Parameter pH (Derajat Keasaman)

Baku mutu parameter kimia pH yaitu 6,5 -8,5 dari hasil pengujian 6 sungai pada setiap sub DAS didapat hasil uji pH yang telah sesuai baku mutu dengan nilai yaitu sungai Jlamprang (subDAS Keduang) 7, sungai Bagor (subDAS Jlantah) 7, sungai Gembong (sub DAS Samin) 7, sungai Kumpul (subDAS Mungkung) 8, sungai Kendat (subDAS Kenatan) 7 sedangkan hasil uji pH yang melebihi baku mutu dengan nilai yaitu sungai Pepe (sub DAS Pepe) 6.

Hasil uji pH masih terdapat hasil dibawah baku mutu yaitu 6,5 – 8,5 dan itu tidak sesuai dengan baku mutu yaitu sungai Pepe sub DAS Pepe yang mendapatkan nilai 6, hal ini diduga karena adanya aktivitas mencuci pakaian selama pengamatan dan terbawa arus sungai serta diperkuat dengan wawancara kepada warga sekitar bahwa air sungai dimanfaatkan sebagai kegiatan sehari-hari. Sisa aktivitas ini diduga membawa bahan organik yang nantinya akan didekomposisi oleh mikroorganisme akuatik. Proses ini mengambil oksigen yang berada di perairan dan mengeluarkan karbondioksida yang bersifat asam. Semakin rendah nilai pH dan perairan maka semakin bersifat toksik. Sebagian besar biota akuatik sensitif terhadap perubahan pH, dan menyukai kondisi pH berkisar antara 6,5 – 8,5. Kondisi pH sangat mempengaruhi dinamika kimiawi unsur/ senyawa dan proses biokimiawi perairan, misalnya proses nitrifikasi akan terhambat dengan menurunnya pH perairan. Fluktuasi nilai pH dipengaruhi oleh adanya buangan limbah organik dan anorganik ke sungai. Air normal yang memenuhi syarat untuk suatu kehidupan mempunyai pH sekitar 6,5-7,5. Nilai pH air yang tidak tercemar biasanya

mendekati netral (pH 7) dan memenuhi kehidupan hampir semua organisme air (Asrini, dkk, 2017).

7. Nilai Indeks Pencemaran

Dari nilai Pollution Indeks 6 sungai, yaitu sungai Jlamprang (sub DAS Keduang) 1,99 ; sungai Bagor (sub DAS Jlantah) 2,31 ; sungai Gembong (sub DAS Samin) 6,94 ; sungai Kumpul (sub DAS Mungkung) 2,74 ; sungai Kendat (sub DAS Kenatan) 2,67 ; dan sungai Pepe (sub DAS Pepe) 2,14 didapat rata-rata indeks nilai pencemaran adalah tercemar ringan.

Indeks Pencemaran dihitung untuk menilai tingkat pencemaran perairan (KepMenLH No. 115/2003). Indeks Pencemaran ditentukan dengan membandingkan data simulasi terhadap baku mutu kualitas air (PP No 82/2001 kelas II). Nilai Pollution Index pada tiap stasiun pengamatan menunjukkan bukti bahwa penurunan kualitas air yang ditinjau dari hasil pengujian laboratorium adanya pencemaran air sungai di sub DAS Kabupaten Karanganyar. Limbah rumah tangga, limbah industri dan juga limbah pertanian yang berada dipinggir sungai menjadi salah satu sumber pencemaran pada air sungai di Kabupaten Karanganyar.

Simpulan

Berdasarkan pembahasan diatas dapat disimpulkan bahwa hasil kualitas air sungai untuk parameter TSS, TDS, COD, BOD, pH melebihi baku mutu kelas II. Hasil uji parameter DO menunjukkan bahwa masih dalam batas aman karena masih dibawah baku mutu kelas II. Hasil nilai indeks pencemaran air sungai di Kabupaten Karanganyar masing - masing sungai Jlamprang (subDAS Keduang) 1,09; sungai Bagor (subDAS Jlantah) 2,31; sungai Gembong (sub DAS Samin) 6,94; sungai Kumpul (subDAS Mungkung) 2,74; sungai Kendat (subDAS Kenatan) 2,67; dan sungai Pepe (sub DAS Pepe) 2,14; dalam kategori tercemar ringan.

Ucapan Terima kasih

Terima kasih kepada Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Karanganyar yang telah membantu memberikan informasi data mengenai kualitas air sungai di Kabupaten Karanganyar, Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat yang telah

memberikan dana hibah untuk penelitian ini dan semua pihak yang telah membantu terselesainya penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Achmadi, U. F. (2013). *Kesehatan Masyarakat: Teori dan Aplikasi*. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Andini, N. F. (2017). *Uji Kualitas Fisik Air Bersih Pada Sarana Air Bersih Program Penyediaan Air Minum Dan Sanitasi Berbasis Masyarakat (PAMSIMAS) Nagari Cupak Kabupaten Solok. Jurnal Kepemimpinan*, 2 (1), 7-16.
- Ariani, Y. W., Damai, A. A., & Kartini, N. (2019). *Pemantauan kualitas air sungai perairan Sungai Semuong di dalam hutan lindung register 39, Desa Gunung Doh, Kabupaten Tanggamus, Provinsi Lampung. J. Perikan. dan Kelaut.*, 26(1), pp. 7–12, 2021.
- Arief, L. M. (2016). *Pengolahan Limbah Industri*. [E-book] Yogyakarta: CV Andi Offset. tersedia di: https://www.google.co.id/books/edition/Pengolahan_Limbah_Industri/mFM5DgAAQBAJ?hl=id&gbpv=1&dq=Pengolahan+Limbah+Industri&printsec=frontcover [diakses 11 Mei 2021].
- Arikunto, S. (2002). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek Edisi V Revisi*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Ashar, Y. K. (2020). *Analisis Kualitas (Bod, Cod, Do) Air Sungai Pesanggrahan Desa Rawadenok Kelurahan Rangkepan Jaya Baru Kecamatan Mas Kota Depok*. Karya Ilmiah. Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan. Tersedian di: <http://repository.uinsu.ac.id/8797/> [diakses 11 Mei 2021].
- Adnyana, S., Wayan, I., & Rai, I. N. (2017). Studi Analisis Kualitas Air di Daerah Aliran Sungai Pakerisan Provinsi Bali. *Jurnal Echotropis*, 11(2).
- Badu, M. M., Badu, R. R., Paramata, M. Z., Gonibal, F., Ladua, S. M., Ningsih, T. W. R., ... & Lahuding, M. R. (2023). *Analisis Kandungan Tds Dan Ph Untuk Mengetahui Kualitas Air Sungai Bone. Journal of Environmental Engineering Research.*, 1(1).
- Fitrianah, L., & Fawaid, A. S. (2023). *Analisis Kualitas Air di Sungai Banjarkemantren Area Industri Menggunakan Metode Indeks Pencemaran. G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, 7(3), 1292-1297.
- Hidayat, N. (2016). *Bioproses Limbah Cair* [E-Book] Yogyakarta: CV Andi Offset. tersedia di: <https://books.google.co.id/books?id=3CY3DgAAQBAJ&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false> [diakses 14 Mei 2021].
- Ilham, A. S., Masri, M., & Rosmah, R. (2023). Analisis kadar biochemical oxygen demand (BOD) salah satu sungai di Sulawesi Selatan. *Filogeni Jurnal Mahasiswa Biologi* 3(2).

DOI <https://doi.org/10.24252/filogeni.v3i2.35468> <http://journal.uin-alauddin.ac.id/index.php/filogeni> .

- Makbul, R., Desi, N., & Marzuki, I. (2022) *Analisis mutu air berdasarkan indeks pencemaran pada outlet limbah cair Pasar Terong Kota Makassar*. *J. War. LPM*,. 25, pp. 20–28, 2022.
- Mardhia, D., & Abdullah, V. (2018). *Studi Analisis Kualitas Air Sungai Brangbiji Sumbawa Besar*. *Jurnal Biologi Tropis*, 18(2): 182 – 189.
- Merliyana, M. (2018). *Analisis Status Pencemaran Air Sungai Dengan Makrobentos Sebagai Bioindikator Di Aliran Sungai Sumur Putri Teluk Betung*. Skripsi. Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah Dan Keguruan Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung
- Nadeak, E. I. T. (2020). *Analisa Kadar Total Dissolved Solid (TDS), Derajat Keasaman (pH) Dan Turbiditas Terhadap Air Sumur, Air BOR, Air PDAM Sebelum dan Sesudah Proses Pemanasan*. Tugas Akhir Program Studi D-3 Kimia Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara
- Nainggolan, Y. D., Sugiyani, T., Nababan, J., Simbolon, W., & Hermayantiningsih, D. (2024). *Analisa Pengaruh Suhu, Ph Dan Tds Terhadap Kualitas Air Di Sungai Kahayan Kalimantan Tengah*. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Seri 02 Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Terbuka 1* (2).
- Napitupulu, R. T., & Putra, M. H. S. (2024). *Pengaruh Bod, Cod Dan Do Terhadap Lingkungan Dalam Penentuan Kualitas Air Bersih Di Sungai Pesanggrahan*. *CIVeng* 5(2), 79~82.
- Yustina, N., & Ony, K. (2014). *Kebijakan Perbaikan Kualitas Air Sungai Pengirikan dengan Metode Sistem Dinamik*. *Jurnal kualitas air sungai*. [E-Journal] 01: 1-3. Tersedia di: <http://docplayer.info/72596310-Kebijakan-perbaikan-kualitas-air-sungai-pegirikan-dengan-metode-sistem-dinamik.html> [diakses 19 Juli 2021].
- Notoatmodjo, S. (2010). *Metodologi Penelitian Kesehatan*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Panjaitan, A. J. R. R., Ulinuha, D., & Ernawati, N. M. (2023). *Analisis Total Suspended Solid (TSS) Perairan Danau Toba di Kecamatan Girsang Sipangan Bolon, Sumatera Utara*. *Current Trends in Aquatic Science VI* (2), 139-142 .
- Peraturan Pemerintah. (2001). Peraturan Pemerintah RI No. 82 Tahun 2001 tentang *Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air*.
- Peraturan Pemerintah. (2011). Peraturan Pemerintah Nomor 38 Tahun 2011 Tentang *Sungai pasal 30 ayat 2*.
- Peraturan Daerah. (2013). Peraturan Daerah Kabupaten Sukabumi Nomor 2 Tahun 2013 Tentang *Pengendalian Pencemaran Air*.

- Peraturan Pemerintah. (2021). Peraturan Pemerintah RI No. 22 tahun 2021 tentang *Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengolahan Lingkungan Hidup*. Jakarta: Kementrian Sekretariat Negara Republik Indonesia.
- Pohan, D. A. S., Budiyo, B., & Syafrudin, S. (2016). Analisis Kualitas Air Sungai Guna Menentukan Peruntukan Ditinjau Dari Aspek Lingkungan. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 14 (2): 63-71.
- Purbowarsito, H. (2011). *Uji Bakteriologis Air Sumur di Kecamatan Semampir Surabaya*. Skripsi. Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga.
- Liang, Q., Yamashita, T., Yamamoto-Ikemoto, R., & Yokoyama, H. (2018). *Flame-oxidized stainless-steel anode as a probe in bioelectrochemical system-based biosensors to monitor the biochemical oxygen demand of wastewater*. *Sensors (Switzerland)*, 18(2), pp. 1-6, doi: 10.3390/S18020607.
- Ramadhani, D. P. (2017). *Analisa Kadar Total Padatan Tersuspensi (TSS) Dari Air Limbah Domestik Menggunakan Metode Gravimetri Di Instalasi Pengolahan Air Limbah PDAM Tirtanadi Cemara Medan*. Tugas Akhir. Program Studi D-3 Kimia Departemen Kimia Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara.
- Rambe, N. (2017). *Analisis Kualitas Air Sungai Aek Kunder Dan Keluhan Gangguan Di Desa Lingga Tiga Kecamatan Bilah Hulu Kabupaten Labuhanbatu*. Skripsi Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sumatera Utara.
- Ramlia, R., & Djalla, A. (2018). *Uji Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) di Perairan Wilayah Pesisir Pare-Pare*. *Jurnal Ilmiah Manusia dan Kesehatan*, 256-257.
- Larasati, A. D. A. (2018). Uji Kualitas Air Sungai Raci Secara Perspektif Berdasarkan Parameter TDS (Total Dissolved Solid). *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Industri, Lingkungan dan Infrastruktur (SENTIKUIN) 1*, page A4.1-A4.5. Fakultas Teknik Universitas Tribhuwana Tungadewi, Malang, Indonesia. 1 September 2018 Tersedia online di <https://prosiding.unitri.ac.id/index.php/sentikuin> ISSN: 2622-2744 (print), ISSN: 2622-9730 (online).
- Rosarina, D., & Laksanawati, E. K. (2018). Studi Kualitas Air Sungai Cisadane Kota Tangerang Ditinjau Dari Parameter Fisika. *Jurnal Redoks*, 3(2), 38-43.
- Saptati N.H.A.S., Dwi, N F. Himma. (2018). *Perlakuan Fisiko – Kimia Limbah Cair Industri*. (E-book) Malang: UB Press. Tersedia di: https://www.google.co.id/books/edition/Perlakuan_Fisiko_Kimia_Limbah_Cair_Indus/kLRjDwAAQBAJ?hl=id&gbpv=1&dq=LIMBAH+CAIR&printsec=frontcover [diakses 11 Mei 2021].
- Saputra, A. R. (2016). *Strategi Pengendalian Kualitas Air Sungai Kuin Banjarmasin Berdasarkan Daya Tampung Beban Pencemar*. Skripsi. Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional Malang.

- Sholeh, M., Putra, Y. S., & Adriat, R. (2022). Kajian Parameter Fisis Kualitas Air Berdasarkan Nilai Total Suspended Solid (TSS) di Sungai Belidak Kecamatan Sungai Kakap. *Jurnal Prisma Fisika* 10(3), 296 – 303.
- Sulistyo, Y. (2014). *Implementasi Pestisida dan Pupuk Terhadap Residu Pestisida dan Nitrat pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Porolinggo. Skripsi*. Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember.
- Sulistyorini, I. S., Edwin, M., & Arung, A. S. (2016). *Analisis Kualitas Air Pada Sumber Mata Air Di Kecamatan Karanganyar Dan Kaliorang Kabupaten Kutai Timur. Jurnal Hutan Tropis*, 4 (1), 64-76.
- Suyasa, W. B. (2015). *Pencemaran Air dan Pegolahan Air Limbah*. [E-book] Bali: Udayana University Press. Tersedia di: https://simdos.unud.ac.id/uploads/file_penelitian_1_dir/ff7ad5e8c34d4abd05850a6c27e84978.pdf [diakses 14 Mei 2021].
- Muhammad, T. (2013). *Penentuan Status Mutu Dan Daya Tampung Beban Pencemar Air Sungai (Studi Kasus Sungai Metro Kabupaten Malang). Skripsi*. Institut Teknologi Nasional.
- Tori, D., & Nurhasanah, N. (2016). *Identifikasi Kualitas Air Sungai Sebalu di Kabupaten Bengkayang Berdasarkan Nilai TDS, pH, dan Nilai Konduktivitas Air. Jurnal Risma Fisika*, IV(1) (2016), 06 – 10.
- Yamashita, T., Hasegawa, T., Hayashida, Y., Ninomiya, K., Shibata, S., Ito, K., ... & Yokoyama, H. (2022). Energy savings with a biochemical oxygen demand (BOD)- and pH-based intermittent aeration control system using a BOD biosensor for swine wastewater treatment. *Biochem. Eng. J.*, 177. doi: 10.1016/J.BEJ.2021.108266.
- Atima, W. (2015). *BOD dan COD Sebagai parameter pencemaran air dan baku mutu air limbah. Biosel Biol. Sci. Educ*, 4(1), pp. 83-93, doi: 10.33477/bs.v4i1.532.
- Yulianti, D. A. (2019). *Kadar Total Suspended Solid pada Air Sungai Nguneng Sebelum dan Sesudah Tercemar Limbah Cair Tahu. Jurnal Jaringan Laboratorium Medis*, 1(1).