

**KAJIAN KUALITAS AIR WILAYAH SUNGAI BENGAWAN SOLO PLTA WONOGIRI****<sup>1</sup>Paryanto,<sup>2</sup>Mamok Suprpto, <sup>3</sup>Anang Rosihan, <sup>4</sup>Fendri Ferdian, <sup>5</sup>Angga Dwi Wibowo**<sup>1</sup>Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret<sup>2</sup>Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret<sup>3</sup>Indonesia Power Wonogiri<sup>4</sup>Perum Jasa Tirta Wonogiri<sup>5</sup>S1 Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Gadjah Mada**Abstrak**

Bendungan serbaguna Wonogiri selain memiliki fungsi sebagai PLTA juga sebagai sumber air irigasi, sumber air minum, budidaya perikanan dan pengendalian banjir yang dikelola oleh Perum Jasa Tirta I. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kualitas air dan status mutu air Waduk Wonogiri. Penelitian dilaksanakan di Waduk Wonogiri yang terletak di area Waduk Wonogiri dan Sungai yang masuk ke Waduk Wonogiri. Penelitian dilakukan pada bulan Februari dan September 2020 (2 semester) dengan melakukan 2 kali pengambilan sampel. Data kualitas air yang didapat dibandingkan dengan baku mutu berdasarkan Peraturan Pemerintah RI No 82 Tahun 2001. Status mutu air dihitung dan dianalisis menggunakan Indeks Pencemaran (IP) berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 115 Tahun 2003. Parameter yang melebihi baku mutu di Wilayah Sungai Bengawan Solo PLTA Wonogiri pada semester 1 adalah BOD di titik pengamatan I,II,V, dan VII. Parameter lain yang melebihi baku mutu yaitu minyak dan lemak di titik pengamatan II,IV,V,VII, dan VIII. Status mutu air pada semester 1 di titik I,II,V,VII, dan VIII termasuk dalam kategori tercemar ringan, sehingga pada titik pengamatan tersebut sudah tidak bisa lagi sesuai peruntukan air kelas III. Perlu dilakukan upaya pengelolaan air pada titik tersebut. Parameter yang melebihi baku mutu di Wilayah Sungai Bengawan Solo PLTA Wonogiri pada semester 2 adalah BOD di titik pengamatan VI. Status mutu air pada semester 2 di semua titik pengamatan termasuk dalam kategori memenuhi baku mutu, sehingga upaya pengelolaan air pada semester 1 di titik I,II,V,VII, dan VIII termasuk dalam kategori tercemar ringan sudah berhasil. Pada semester 2 di semua titik pengamatan kualitas air masih dapat dimanfaatkan sesuai peruntukan air kelas III yaitu untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanian dan atau peruntukan lain yang sama dengan kegunaan tersebut.

**Abstract**

Wonogiri multipurpose dam in addition to having the function as hydropower as well as a source of irrigation water, drinking water, aquaculture and flood control are managed by Perum Jasa Tirta I. This study aims to analyze the water quality and water quality status of the Wonogiri Reservoir. The research was carried out in the Wonogiri reservoir which is located in the area of the Wonogiri reservoir and the river that enters the Wonogiri reservoir. The research was conducted in February and September 2020 (2 semesters) by conducting 2 samples. Water quality data obtained were compared with quality standards based on Government Regulation No. 82 of 2001. The status of water quality was calculated and analyzed using the Pollution Index (IP) based on Decree of the State Minister for the Environment No. 115 of 2003. Parameters that exceed the quality standard in the Bengawan Solo River Basin, PLTA Wonogiri in semester 1 are BOD at observation points I, II, V, and VII. Other parameters that exceed the quality standard are oil and fat at observation points II, IV, V, VII, and VIII. The status of water quality in semester 1 at points I, II, V, VII, and VIII is included in the lightly polluted category, so that at the observation point it can no longer match the designation of class III water. Water management efforts need to be made at this point. The parameter that exceeds the quality standard in the Bengawan Solo River Basin, PLTA Wonogiri in semester 2 is the BOD at observation point VI. The status of water quality in semester 2 at all observation points is included in the category of meeting quality standards, so that the water management efforts in semester 1 at points I, II, V, VII, and VIII are included in the lightly polluted category have been successful. In semester 2, all water quality observation points can still be used according to the designation of Class III water, namely for the cultivation of freshwater fish, animal husbandry, water for irrigating crops and / or other uses similar to these uses.

Key words: parameters, quality, water

## 1. PENDAHULUAN

Waduk Wonogiri terletak di Jawa Tengah, dibangun pada tahun 1976 dengan luas sekitar  $\pm 8.800$  ha. Di dalam Waduk Wonogiri, terpasang 2 unit turbin dengan daya terpasang sebesar 6500 KW dengan produksi tenaga listrik rata-rata 12,4 M, dikelola oleh PT. Indonesia Power yang merupakan anak perusahaan PT. PLN (Persero). Bendungan serbaguna Wonogiri selain memiliki fungsi sebagai PLTA juga sebagai sumber air irigasi, sumber air minum, budidaya perikanan dan pengendalian banjir yang dikelola oleh Perum Jasa Tirta I. Waduk adalah perairan berhenti atau menggenang yang terjadi karena dibuat oleh manusia dengan cara membendung sungai, kemudian airnya disimpan. Waduk serba guna dibangun bertujuan sebagai sumber air minum, PLTA, perikanan, irigasi, dan pariwisata (Fauziah & Laily, 2015). Begitu pentingnya waduk sebagai sumber air, maka diperlukan adanya pemeliharaan kualitas air agar tetap pada kondisi alamnya, perlu dilakukan pemantauan kualitas air, pengelolaan dan pengendalian pencemaran atau limbah secara bijaksana.

Salah satu upaya untuk memelihara dan memantau kualitas air yaitu analisis kualitas air secara berkala. Analisis kualitas air dilakukan untuk mengetahui kesesuaian air untuk peruntukan tertentu dengan membandingkan dengan baku mutu air sesuai kelas air. Analisis kualitas air dilakukan dengan menganalisis senyawa kimia yang ada di dalam air tersebut. Beberapa metode untuk menganalisis senyawa kimia diantaranya adalah *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Dissolved Oxygen* (DO), *Nitrate* ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ), dan Fosfat. Selain itu analisis kualitas air juga bisa ditentukan dengan pemantauan terhadap parameter fisika seperti temperatur dan *Total Suspended Solid* (TSS) (Ali, 2013).

Setelah analisis kualitas air dilakukan maka akan dapat diketahui mutu air tersebut. Berdasarkan PP RI No.82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air pasal 1 Ketentuan Umum, disebutkan mutu air adalah

kondisi air yang diukur atau diuji berdasarkan parameter-parameter tertentu dan metode tertentu berdasarkan peraturan perundang-undangan yang berlaku. Klasifikasi mutu air menurut PP RI No.82 Tahun 2001 ditetapkan menjadi 4 (empat) kelas yaitu:

a. Kelas 1

Kelas ini, air yang diperuntukkannya dapat digunakan untuk air baku air minum. Kadar COD dengan baku mutu 10 mg/L

b. Kelas 2

Kelas ini, air yang diperuntukkannya untuk prasarana atau sarana rekreasi air. Kadar COD dengan baku mutu 25 mg/L

c. Kelas 3

Kelas ini, air yang diperuntukkannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar. Kadar COD dengan baku mutu 50 mg/L

d. Kelas 4

Kelas ini, air yang diperuntukkannya dapat digunakan untuk mengairi atau pertamanan. Kadar COD dengan baku mutu 100 mg/L (Walukow, 2010)

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kualitas air dan status mutu air Waduk Wonogiri.

## 2. METODE

### Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Waduk Wonogiri yang terletak di area Waduk Wonogiri dan Sungai yang masuk ke Waduk Wonogiri. Penelitian dilakukan pada bulan Februari dan September 2020 (2 semester) dengan melakukan 2 kali pengambilan sampel. Metode pengambilan contoh uji air permukaan berpedoman pada SNI No.6989.57:2008 tentang Metode Pengambilan Contoh Air Permukaan dan SNI 03-7016-2004 tentang Tata Cara Pengambilan Contoh Dalam Rangka Pemantauan Kualitas Air Pada Suatu Daerah Pengaliran Sungai. Titik pengambilan sampel air ditentukan berdasarkan inlet yang berasal dari kegiatan yang ada di sekitarnya dan area tengah waduk dimana telah terjadi proses pencampuran. Tabel 1 memperlihatkan lokasi titik sampling.

**Tabel 1 Titik Pengambilan Sampel Air di Wilayah Sungai Bengawan Solo PLTA Wonogiri**

| Lokasi Sampling | Titik Koordinat           | Koordinat                                                       |
|-----------------|---------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| Titik 1         | 7°50'22,1"S 110°55'30,9"E | Merupakan Intake Waduk Wonogiri                                 |
| Titik 2         | 7°50'13,5"S 110°55'35,2"E | Merupakan Outlet Waduk Wonogiri                                 |
| Titik 3         | 7°50'58,1"S 110°55'42,0"E | Merupakan Sungai Keduang (Jembatan Gedong)                      |
| Titik 4         | 7°54'39,3"S 110°55'47,1"E | Merupakan Sungai Tirtomoyo (Jembatan Karangturi)                |
| Titik 5         | 7°56'50,3"S 110°64'31,3"E | Merupakan Sungai Janglot                                        |
| Titik 6         | 7°54'46,8"S 110°51'56,4"E | Merupakan Sungai Bengawan Solo (Pertemuan S.Genuk & S.Cengkall) |
| Titik 7         | 7°57'32,1"S 110°53'28,9"E | Merupakan Sungai Alang                                          |
| Titik 8         | 7°56'37,9"S 110°52'57,1"E | Merupakan Sungai Pandaan                                        |

#### Parameter dan Metode Pengukuran

Parameter kualitas air yang diukur pada penelitian ini terdiri dari Temperatur, pH, Detergen, Tembaga (Cu), Chromium (Cr Valensi 6), *Total Suspended Solid* (TSS), *Biochemical Oxygen Demand*

(BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Dissolved Oxygen* (DO), *Nitrate* (NO<sub>3</sub>-N), *Nitrite* (NO<sub>2</sub>-N), *Ammonia* (NH<sub>3</sub>-N), Total Posfat (P), Fenol, Minyak & Lemak, *Faecal Coli*, dan Total Coli. Pengujian dilakukan di Laboratorium Lingkungan PJT 1 Malang.

**Tabel 2 Parameter dan Metode Pengukuran Kualitas Air**

| No. | Parameter                              | Metode Pengukuran |
|-----|----------------------------------------|-------------------|
| 1   | Temperatur                             | Pemuaian          |
| 2   | <i>Total Suspended Solid</i> (TSS)     | Metode Gravimetri |
| 3   | pH                                     | Potensial         |
| 4   | <i>Biochemical Oxygen Demand</i> (BOD) | Winkler           |
| 5   | <i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD)    | Bikromat          |
| 6   | <i>Dissolved Oxygen</i> (DO)           | Spektrofotometri  |
| 7   | Total Posfat (P)                       | Spektrofotometri  |
| 8   | <i>Nitrate</i> (NO <sub>3</sub> -N)    | Spektrofotometri  |
| 9   | <i>Ammonia</i> (NH <sub>3</sub> -N)    | Spektrofotometri  |
| 10  | Deterjen                               | Spektrofotometri  |
| 11  | <i>Nitrite</i> (NO <sub>2</sub> -N)    | Spektrofotometri  |
| 12  | Total Coli                             | MPN               |
| 13  | Fenol                                  | Spektrofotometri  |
| 14  | <i>Faecal Coli</i>                     | MPN               |
| 15  | Minyak & Lemak                         | Metode Destilasi  |
| 16  | Tembaga (Cu)                           | Spektrofotometri  |
| 17  | Chromium (Cr Valensi 6)                | Spektrofotometri  |

#### Metode Analisis Data

Data yang didapatkan ditabulasi dan dianalisis secara deskriptif. Data yang didapat dibandingkan dengan baku mutu yang ada yaitu berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Klasifikasi mutu air untuk kelas 3, air yang

peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau untuk peruntukan lain yang mempersyaratkan air yang sama dengan kegunaan tersebut. Serta menggunakan Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 20 Tahun 2003 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian

Pencemaran Air Lintas Kabupaten/Kota di Jawa Tengah. Status mutu air dihitung dan dianalisis menggunakan Indeks Pencemaran (IP). Berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 115 Tahun 2003 Tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air, metode Indeks Pencemaran (IP) merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk menentukan status mutu air. Metode ini dapat digunakan untuk menentukan tingkat pencemaran relatif terhadap parameter kualitas air yang diizinkan. Pengelolaan kualitas air atas dasar metode IP dapat memberi masukan pada pengambil keputusan agar dapat menilai kualitas badan air untuk suatu peruntukan serta melakukan tindakan untuk memperbaiki kualitas jika terjadi penurunan kualitas akibat kehadiran senyawa pencemar. Perhitungan Indeks Pencemaran dilakukan dengan menggunakan persamaan:

$$PI_j = \sqrt{\frac{(C_i/L_{ij})^2_M + (C_i/L_{ij})^2_R}{2}}$$

Dimana:

$PI_j$  = Indeks Pencemaran bagi Peruntukan (j)

$L_{ij}$  = Konsentrasi parameter kualitas air yang dicantumkan dalam baku mutu peruntukan air (j)

$C_i$  = Konsentrasi parameter kualitas air hasil pengukuran

$R$  = Nilai  $C_{ij}/L_{ij}$  rata-rata

$M$  = Nilai  $C_{ij}/L_{ij}$  maksimum

**Tabel 3 Hubungan Nilai Indeks Pencemaran dengan Status Mutu Air**

| No | Indeks Pencemaran      | Keterangan                        |
|----|------------------------|-----------------------------------|
| 1  | $0 \leq PI_j \leq 1,0$ | memenuhi baku mutu (kondisi baik) |
| 2  | $1,0 < PI_j \leq 5,0$  | cemar ringan                      |
| 3  | $5,0 < PI_j \leq 10$   | cemar sedang                      |
| 4  | $PI_j > 10,0$          | cemar berat                       |

(Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor: 115 Tahun 2003 Tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air, 2003)

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemantauan kualitas air harus dilakukan secara terus menerus sehingga data yang terkumpul dapat menggambarkan keadaan sesungguhnya dari keadaan lingkungan yang

dipantau. Program pemantauan yang dilakukan pada dasarnya bertujuan untuk melihat kecenderungan perubahan kualitas air serta untuk mengetahui status mutu air, diharapkan data-data yang diperoleh dapat digunakan sebagai evaluasi indikator keberhasilan program pengendalian pencemaran air dan peningkatan kualitas air yang dilakukan.

Tabel 4 Hasil pengukuran parameter fisika,kimia dan mikrobiologi air semester 1

| NO                                        | PARAMETER                       | SATUAN     | BAKU MUTU | I       | II      | III     | TITIK LOKASI |         |         |         |         |
|-------------------------------------------|---------------------------------|------------|-----------|---------|---------|---------|--------------|---------|---------|---------|---------|
|                                           |                                 |            |           | IV      | V       | VI      | VII          | VIII    |         |         |         |
| <b>A.FISIKA</b>                           |                                 |            |           |         |         |         |              |         |         |         |         |
| 1                                         | Temperatur                      | °C         | Deviasi 3 | 30,0    | 29,5    | 29,5    | 30,0         | 31,9    | 30,5    | 30,5    | 30,4    |
| 2                                         | Total Suspended Solid (TSS)     | mg/L       | 400       | 212,0   | 236,0   | 156,0   | 140,0        | 162,0   | 154,0   | 154,0   | 150,0   |
| <b>B.1.KIMIA ANORGANIK BUKAN LOGAM</b>    |                                 |            |           |         |         |         |              |         |         |         |         |
| 3                                         | pH                              |            | 6 sd 9    | 6,84    | 6,41    | 6,56    | 7,03         | 6,88    | 7,21    | 6,93    | 7,05    |
| 4                                         | Biochemical Oxygen Demand (BOD) | mg/L       | 6         | 6,49    | 6,27    | 5,45    | 5,59         | 7,99    | 3,83    | 9,83    | 4,93    |
| 5                                         | Chemical Oxygen Demand (COD)    | mg/L       | 50        | 17,26   | 35,39   | 18,31   | 17,78        | 19,51   | 21,26   | 28,88   | 19,87   |
| 6                                         | Dissolved Oxygen (DO)           | mg/L       | 3         | 6,90    | 5,47    | 6,33    | 6,14         | 8,15    | 6,23    | 7,96    | 7,86    |
| 7                                         | Total Posfat (P)                | mg/L       | 1         | 0,2087  | 0,0862  | 0,1210  | 0,0094       | 0,0081  | 0,2128  | <0,0079 | 0,0092  |
| 8                                         | Nitrate (NO <sub>3</sub> -N)    | mg/L       | 20        | 1,310   | 1,387   | 1,064   | 0,1725       | 0,3452  | 0,1579  | 0,3524  | 0,3301  |
| 9                                         | Ammonia (NH <sub>3</sub> -N)    | mg/L       | -         | 0,2105  | 0,0960  | 0,4168  | 0,4449       | 0,1405  | 0,3161  | 0,3417  | 0,3817  |
| 10                                        | Nitrite (NO <sub>2</sub> -N)    | mg/L       | 0,06      | 0,2095  | 0,2679  | 0,0070  | 0,0498       | 0,0299  | 0,0614  | 0,0335  | 0,2012  |
| <b>B.2.KIMIA ANORGANIK LOGAM TERLARUT</b> |                                 |            |           |         |         |         |              |         |         |         |         |
| 11                                        | Tembaga (Cu)                    | mg/L       | 0,02      | <0,0164 | <0,0164 | <0,0164 | 0,0119       | <0,0164 | <0,0164 | <0,0164 | <0,0164 |
| 12                                        | Chromium (Cr Valensi 6)         | mg/L       | 0,05      | <0,0074 | <0,0030 | 0,0049  | <0,0030      | 0,0076  | <0,0030 | 0,0065  | <0,0030 |
| <b>C.KIMIA ORGANIK</b>                    |                                 |            |           |         |         |         |              |         |         |         |         |
| 13                                        | Deterjen                        | mg/L       | 0,2       | 0,1472  | 0,1487  | 0,1277  | 0,1504       | 0,1760  | 0,1726  | 0,1810  | 0,1911  |
| 14                                        | Minyak & Lemak                  | mg/L       | 1         | 0,8     | 1,0     | 0,75    | 1,0          | 1,0     | 0,75    | 1,25    | 1,0     |
| 15                                        | Fenol                           | mg/L       | 0,001     | <0,0004 | <0,0004 | <0,0004 | <0,0004      | <0,0004 | <0,0004 | <0,0004 | <0,0004 |
| <b>D.MIKROBIOLOGI AIR</b>                 |                                 |            |           |         |         |         |              |         |         |         |         |
| 16                                        | Faecal Coli                     | MPN/100 ml | 2000      | 230     | 200     | 280     | 200          | 280     | 230     | 150     | 200     |
| 17                                        | Total Coli                      | MPN/100 ml | 10000     | 2400    | 1500    | 2100    | 2400         | 2400    | 2400    | 2100    | 2100    |

**Keterangan:**Baku Mutu:Peraturan Pemerintah No.82 Tahun 2001

:tidak sesuai dengan baku mutu

Tabel 5 Hasil pengukuran parameter fisika, kimia dan mikrobiologi air semester 2

| NO                                        | PARAMETER                       | SATUAN     | BAKU MUTU | I       | II      | III     | TITIK LOKASI |         | VI      | VII     | VIII    |
|-------------------------------------------|---------------------------------|------------|-----------|---------|---------|---------|--------------|---------|---------|---------|---------|
|                                           |                                 |            |           |         |         |         | IV           | V       |         |         |         |
| <b>A.FISIKA</b>                           |                                 |            |           |         |         |         |              |         |         |         |         |
| 1                                         | Temperatur                      | °C         | Deviasi 3 | 28,9    | 29,1    | 29      | 29,1         | 28,9    | 28,9    | 28,9    | 28,6    |
| 2                                         | Total Suspended Solid (TSS)     | mg/L       | 400       | 15      | 16      | 11      | 14           | 23,5    | 12      | 29,5    | 21,5    |
| <b>B.1.KIMIA ANORGANIK BUKAN LOGAM</b>    |                                 |            |           |         |         |         |              |         |         |         |         |
| 3                                         | pH                              |            | 6 sd 9    | 6,2     | 6,5     | 6,32    | 6,5          | 6,62    | 6,47    | 6,44    | 6,39    |
| 4                                         | Biochemical Oxygen Demand (BOD) | mg/L       | 6         | 4,6     | 3,55    | 5,15    | 5,59         | 4,45    | 6,4     | 4,05    | 5,27    |
| 5                                         | Chemical Oxygen Demand (COD)    | mg/L       | 50        | 25,57   | 19,92   | 21,48   | 16,87        | 20,64   | 23,16   | 21,44   | 24,58   |
| 6                                         | Dissolved Oxygen (DO)           | mg/L       | 3         | 7,41    | 6,95    | 7,17    | 7,38         | 7,34    | 7,22    | 7,28    | 7,38    |
| 7                                         | Total Posfat (P)                | mg/L       | 1         | 0,0142  | 0,0148  | 0,0086  | 0,0082       | <0,0079 | <0,0079 | <0,0079 | <0,0079 |
| 8                                         | Nitrate (NO <sub>3</sub> -N)    | mg/L       | 20        | 0,141   | 0,1441  | 0,2198  | 0,1476       | 0,1465  | 0,1558  | 0,1517  | 0,1195  |
| 9                                         | Ammonia (NH <sub>3</sub> -N)    | mg/L       | -         | 0,3649  | 0,3513  | 0,3201  | 0,3449       | 0,3667  | 0,3464  | 0,3814  | 0,3703  |
| 10                                        | Nitrite (NO <sub>2</sub> -N)    | mg/L       | 0,06      | 0,0023  | 0,0026  | 0,0031  | 0,0026       | 0,0026  | 0,003   | 0,0015  | 0,0019  |
| <b>B.2.KIMIA ANORGANIK LOGAM TERLARUT</b> |                                 |            |           |         |         |         |              |         |         |         |         |
| 11                                        | Tembaga (Cu)                    | mg/L       | 0,02      | <0,0164 | <0,0164 | <0,0164 | <0,0164      | <0,0164 | <0,0164 | <0,0164 | <0,0164 |
| 12                                        | Chromium (Cr Valensi 6)         | mg/L       | 0,05      | <0,0030 | <0,0030 | <0,0030 | <0,0030      | <0,0030 | <0,0030 | <0,0030 | <0,0030 |
| <b>C.KIMIA ORGANIK</b>                    |                                 |            |           |         |         |         |              |         |         |         |         |
| 13                                        | Deterjen                        | mg/L       | 0,2       | 0,0457  | 0,0901  | 0,0098  | 0,0513       | 0,0531  | 0,0106  | 0,1226  | 0,0129  |
| 14                                        | Minyak & Lemak                  | mg/L       | 1         | <0,62   | <0,62   | <0,62   | <0,62        | 0,75    | <0,62   | 0,75    | <0,62   |
| 15                                        | Fenol                           | mg/L       | 0,001     | <0,0004 | <0,0004 | <0,0004 | <0,0004      | <0,0004 | <0,0004 | <0,0004 | <0,0004 |
| <b>D.MIKROBIOLOGI AIR</b>                 |                                 |            |           |         |         |         |              |         |         |         |         |
| 16                                        | Faecal Coli                     | MPN/100 ml | 2000      | 210     | 90      | 70      | 110          | 280     | 230     | 90      | 200     |
| 17                                        | Total Coli                      | MPN/100 ml | 10000     | 1500    | 750     | 1500    | 1500         | 2400    | 2100    | 1500    | 2400    |

## Analisa Kualitas Air Wilayah Sungai Bengawan Solo PLTA Wonogiri

Hasil analisa terhadap masing-masing parameter adalah sebagai berikut:

### 1) *Biochemical Oxygen Demand* (BOD)

BOD atau *Biochemical Oxygen Demand* adalah suatu karakteristik yang menunjukkan jumlah oksigen terlarut yang diperlukan oleh mikroorganisme (biasanya bakteri) untuk mengurai atau mendekomposisi bahan organik dalam kondisi aerobik (Yulis et al., 2018). Pemeriksaan BOD sangat penting untuk menelusuri aliran pencemaran karena dapat menentukan beban pencemaran akibat air buangan dan mendesain sistem pembuangan secara biologis bagi air tercemar. Prinsip pengukuran BOD pada dasarnya cukup sederhana, yaitu mengukur kandungan oksigen terlarut awal ( $DO_0$ ) 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 yang sering disebut dengan  $DO_5$ . Selisih  $DO_0$  dan  $DO_5$  ( $DO_0 - DO_5$ ) merupakan nilai BOD yang dinyatakan dalam miligram oksigen per liter (mg/L) (Agustira & Lubis, 2013).

Nilai BOD hasil pengukuran semester 1 pada titik pengamatan I,II,III,IV,V,VI,VII,dan VIII adalah masing-masing sebesar 6,49 mg/L ; 6,27 mg/L ; 5,45 mg/L ; 5,59 mg/L ; 7,99 mg/L ; 3,83 mg/L ; 9,83 mg/L dan 4,93 mg/L. Pada semester 2 adalah masing-masing adalah 4,6 mg/L ; 3,55 mg/L ; 5,15 mg/L ; 5,59 mg/L ; 4,45 mg/L ; 6,4 mg/L ; 4,05 mg/L dan 5,27 mg/L. Sedangkan baku mutu menurut PP No.82 Tahun 2001 sebesar 6 mg/L. Pada semester 1, lokasi yang melebihi baku mutu yaitu lokasi I,II,V,dan VII, sedangkan pada semester 2, lokasi yang melebihi baku mutu yaitu lokasi VI. Tingginya nilai BOD mengindikasikan tingginya beban pencemar organik yang masuk ke lokasi pengujian. Bahan-bahan organik ini bisa berasal dari limbah domestik, dan limbah lainnya. Sehingga diperlukan upaya pengelolaan air limbah yang masuk ke dalam badan perairan agar tidak menyebabkan pencemaran limbah organik. Hasil pemantauan parameter BOD, menunjukkan terjadinya penurunan kadar dari semester 1 ke semester 2.

Kadar BOD merupakan salah satu parameter yang dapat dijadikan tolak ukur beban pencemaran suatu perairan.

Menurut (Salmin, 2005) kadar BOD dalam air yang tingkat pencemarannya masih rendah dan dapat dikategorikan sebagai perairan yang baik berkisar 0 – 10 ppm. Kualitas air Wilayah Sungai Bengawan Solo PLTA Wonogiri sendiri masih masuk dalam rentang atau batas tersebut.

### 2) *Chemical Oxygen Demand* (COD)

COD atau *Chemical Oxygen Demand* merupakan jumlah total oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik secara kimiawi (Lumaela et al., 2013). Sedangkan menurut (Marisi et al., 2016) nilai COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat-zat organik yang secara alamiah tidak dapat dioksidasi melalui proses mikrobiologi dan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut air. Bakteri dapat mengoksidasi zat organik menjadi  $CO_2$  dan  $H_2O$ . Kalium dikromat dapat mengoksidasi lebih banyak lagi, sehingga menghasilkan nilai COD yang lebih tinggi dari BOD. Semakin banyak kalium dikromat yang digunakan pada reaksi oksidasi, berarti makin banyak oksigen yang diperlukan. Pengukuran COD perlu dilakukan karena dalam bahan organik sering ditemukan bahan-bahan yang tidak dapat diuraikan secara biologis dan hanya dapat diuraikan secara kimiawi. Prinsip pengukuran COD adalah penambahan sejumlah tertentu kalium dikromat sebagai oksidator pada sampel (dengan volume tertentu) yang ditambahkan perak sulfat sebagai katalisator kemudian dipanaskan beberapa waktu tertentu. Kelebihan kalium dikromat dititrasi sehingga bisa diketahui banyaknya kalium dikromat yang dipakai untuk mengoksidasi bahan organik dalam sampel sehingga nilai COD dapat dihitung (Nuraini et al., 2019).

Nilai COD hasil pengukuran semester 1 pada titik pengamatan I,II,III,IV,V,VI,VII,dan VIII adalah masing-masing sebesar 17,26 mg/L ; 35,39 mg/L ; 18,31 mg/L ; 17,78 mg/L ; 19,51 mg/L ; 21,26 mg/L ; 28,88 mg/L dan 19,87 mg/L. Pada semester 2 adalah masing-masing adalah 25,57 mg/L ; 19,92 mg/L ; 21,48 mg/L ; 16,87 mg/L ; 20,64 mg/L ; 23,16 mg/L ; 21,44 mg/L dan 24,58 mg/L. Sedangkan baku mutu menurut PP No.82

Tahun 2001 sebesar 50 mg/L. Dari pengamatan yang didapat kadar COD pada semua lokasi pengamatan masih memenuhi baku mutu yang ada. Hal ini mengindikasikan bahwa bahan organik yang masuk ke perairan tersebut masih cukup rendah.

### 3) *Dissolved Oxygen* (DO)

(DO) atau *Dissolved Oxygen* merupakan oksigen terlarut yang digunakan untuk mengukur kualitas kebersihan air (Prahutama, 2013). Nilai DO hasil pengukuran semester 1 pada titik pengamatan I, II, III, IV, V, VI, VII, dan VIII adalah masing-masing sebesar 6,90 mg/L ; 5,47 mg/L ; 6,33 mg/L ; 6,14 mg/L ; 8,15 mg/L ; 6,23 mg/L ; 7,96 mg/L dan 7,86 mg/L. Pada semester 2 adalah masing-masing adalah 7,41 mg/L ; 6,95 mg/L ; 7,17 mg/L ; 7,38 mg/L ; 7,34 mg/L ; 7,22 mg/L ; 7,28 mg/L dan 7,38 mg/L. Hasil pengukuran parameter DO pada setiap titik pengamatan menunjukkan bahwa nilai parameter DO pada semua titik pengamatan masih berada dalam batas baku mutu air untuk peruntukan kelas III berdasarkan PP No.82 Tahun 2001 yaitu  $\geq 3$ . Menurut (Salmin, 2005) menyatakan bahwa oksigen memegang peranan penting sebagai indikator kualitas perairan, karena oksigen terlarut berperan dalam proses oksidasi dan reduksi bahan organik dan anorganik. Karena proses oksidasi dan reduksi inilah maka peranan oksigen terlarut sangat penting untuk membantu mengurangi beban pencemaran pada perairan secara alami. Jadi semakin tinggi kadar DO didalam perairan, maka semakin baik kondisi dari perairan tersebut.

### 4) Temperatur

Berdasarkan hasil pemantauan parameter temperatur air Wilayah Sungai Bengawan Solo PLTA Wonogiri menunjukkan bahwa tidak terjadi perbedaan besar atau relatif stabil. Pada semester 1 yang berkisar antara 29,5-31,9 °C. Pada semester 2 yang berkisar antara 28,6-29,1 °C. Jika dibandingkan dengan baku mutu air kelas III berdasarkan PP No.82 Tahun 2001 yaitu deviasi 3 dari keadaan alamiah, maka kondisi kualitas air Wilayah Sungai Bengawan Solo PLTA Wonogiri ditinjau dari parameter temperatur masih dalam batas baku mutu air sesuai peruntukannya. Menurut (Effendi, 2003) menjelaskan bahwa kisaran temperatur yang optimum bagi pertumbuhan fitoplankton di perairan adalah 20-30 °C. Temperatur yang baik untuk kehidupan organisme perairan di daerah tropis berkisar antara 25-32 °C.

### 5) *Total Suspended Solid* (TSS)

(TSS) atau *Total Suspended Solid* merupakan zat padat (pasir, lumpur, dan tanah liat) atau partikel tersuspensi dalam air dan dapat berupa komponen hidup (biotik) seperti fitoplankton, zooplankton, bakteri, fungi, ataupun komponen mati (abiotik) seperti detritus dan partikel anorganik (Ainy et al., 2011). Berdasarkan hasil pengukuran parameter TSS pada setiap titik pengamatan pada semester 1 dan 2 masih berada dalam batas baku mutu air kelas III PP No.82 Tahun 2001 yaitu 400 mg/L. Pada pengukuran parameter TSS semester 1 dan 2 mengalami penurunan yang sangat drastis. Tingginya nilai TSS pada semester 1 diduga sebagai akibat adanya aktifitas penambangan secara tradisional yang dilakukan oleh masyarakat di daerah hulu kali, sehingga menyebabkan partikel-partikel tanah memasuki aliran kali.

### 6) pH atau derajat keasaman

Nilai pH tertinggi pada semester 1 terdapat pada titik lokasi VI dengan nilai 7,21, sedangkan pada semester 2 terdapat pada titik lokasi V dengan nilai 6,62. Nilai pH terendah pada semester 1 terdapat pada titik lokasi III dengan nilai 6,56, sedangkan pada semester 2 terdapat pada lokasi I dengan nilai 6,20. Hasil pengukuran parameter pH pada setiap titik pengamatan menunjukkan bahwa nilai pH masih berada dalam batas baku mutu air sesuai peruntukan kelas III berdasarkan PP No.82 Tahun 2001 yaitu berkisar antara 6-9.

### 7) *Nitrate* (NO<sub>3</sub>-N)

Nitrat adalah bentuk senyawa yang stabil dan keberadaannya berasal dari buangan pertanian, pupuk, kotoran hewan dan manusia dan sebagainya (Winata et al., 2000).

Hasil pemantauan parameter nitrat pada setiap titik pengamatan menunjukkan bahwa nilai parameter nitrat pada semua titik pengamatan masih berada dalam batas baku mutu air untuk peruntukan kelas III berdasarkan PP No.82 Tahun 2001 yaitu 20 mg/L. Konsentrasi nitrat yang tinggi tidak terlalu dikhawatirkan karena cepat dimanfaatkan oleh *fitoplankton* (Rustadi, 2009).

### 8) Total Posfat (P)

Fosfat merupakan bentuk fosfor yang dapat dimanfaatkan oleh tumbuhan. Karakteristik fosfor sangat berbeda dengan unsur-unsur utama lain yang merupakan

penyusun biosfer karena unsur ini tidak terdapat di atmosfer (Ali, 2013).

Hasil pemantauan parameter nitrat pada setiap titik pengamatan menunjukkan bahwa nilai parameter fosfat pada semua titik pengamatan masih berada dalam batas baku mutu air untuk peruntukan kelas III berdasarkan PP No.82 Tahun 2001 yaitu 1 mg/L.

#### 9) Deterjen

Bahan aktif yang terdapat di dalam deterjen adalah surfaktan yang merupakan bahan organik. Komposisi surfaktan dalam deterjen berkisar antara 10%-30% disamping polifosfat dan pemutih. Meskipun tidak bersifat toksik, keberadaan surfaktan dapat menimbulkan rasa pada air dan dapat menurunkan absorbsi oksigen di perairan. Menurunnya serapan oksigen ke dalam air akan mengurangi kelarutan oksigen dalam air (Marisi et al., 2016).

Hasil pengamatan parameter deterjen pada semua titik menunjukkan bahwa nilai parameter deterjen pada semua titik pengamatan masih berada dalam batas baku mutu air untuk peruntukan kelas III berdasarkan PP No.82 Tahun 2001 yaitu 0,2 mg/L.

#### 10) Minyak dan Lemak

Minyak dan lemak di perairan berasal dari rumah tangga dan industri. Dampak yang terlihat dari adanya lemak dan minyak dipermukaan air adalah terhalangnya penetrasi sinar matahari yang berarti mengurangi laju proses fotosintesis di air. Penutupan itu juga akan mengurangi masuknya O<sub>2</sub> bebas dari udara ke air. Kurangnya laju fotosintesis dan masukan O<sub>2</sub> dari udara akan mengganggu organisme yang ada di air. Selain itu Keberadaan minyak dan lemak dalam air yang terurai akan menimbulkan bau yang menusuk hidung dan merubah air menjadi berwarna kehitaman, hijau, coklat atau kemerahan.

Hasil pengukuran parameter minyak dan lemak menunjukkan bahwa nilai parameter minyak dan lemak pada semester 1 di titik lokasi II, IV, V, VII, dan VIII telah melebihi batas baku mutu air kelas III jika dibandingkan dengan baku mutu air berdasarkan PP No.82 Tahun 2001 yaitu sebesar 1 mg/L. Kandungan minyak dan lemak pada titik II, IV, V, VII, dan VIII menurunkan kualitas air pada kedua titik pengamatan tersebut. Sumber limbah yang mengandung minyak dan lemak berasal dari

industri, industri rumah tangga, rumah tangga dan bengkelbengkel yang ada di sepanjang sungai yang terbawa masuk ke dalam waduk atau berada di sekitar waduk.

#### 11) *Faecal Coli*

Nilai *Faecal Coli* hasil pengukuran semester 1 pada titik pengamatan I, II, III, IV, V, VI, VII, dan VIII adalah masing-masing 230, 200, 280, 200, 280, 230, 150, dan 200 MPN/100 ml. Nilai *Faecal Coli* hasil pengukuran semester 2 pada titik pengamatan I, II, III, IV, V, VI, VII, dan VIII adalah masing-masing sebesar 210, 90, 70, 110, 280, 230, 90, dan 200 MPN/100 ml.

Hasil pemantauan parameter *Faecal Coli* pada setiap titik pengamatan menunjukkan bahwa nilai parameter *Faecal Coli* pada semua titik pengamatan masih berada dalam batas baku mutu air untuk peruntukan kelas III berdasarkan PP No.82 Tahun 2001 yaitu 2000 MPN/100 ml.

#### 12) Total Coli

Nilai total coli hasil pengukuran semester 1 pada titik pengamatan I, II, III, IV, V, VI, VII, dan VIII adalah masing-masing sebesar 2400, 1500, 2100, 2400, 2400, 2400, 2100, dan 2100 MPN/100 ml. Nilai total coli hasil pengukuran semester 2 pada titik pengamatan I, II, III, IV, V, VI, VII, dan VIII adalah masing-masing sebesar 1500, 750, 1500, 1500, 2400, 2100, 1500, dan 2400 MPN/100 ml.

Hasil pemantauan parameter *Faecal Coli* pada setiap titik pengamatan menunjukkan bahwa nilai parameter *Faecal Coli* pada semua titik pengamatan masih berada dalam batas baku mutu air untuk peruntukan kelas III berdasarkan PP No.82 Tahun 2001 yaitu 10000 MPN/100 ml. Bakteri golongan coliform dinyatakan sebagai bakteri indikator pencemaran air. Kehadirannya dalam air sangat tidak diharapkan. Air yang telah tercemar oleh kotoran manusia serta hewan tidak layak digunakan untuk keperluan konsumsi terutama untuk minum, mencuci makanan ataupun memasak.

### Analisis Status Mutu Air Wilayah Sungai Bengawan Solo PLTA Wonogiri

Status mutu air adalah tingkat kondisi mutu air yang menunjukkan kondisi cemar atau kondisi baik pada suatu sumber air dalam waktu tertentu dengan membandingkan dengan baku mutu air yang ditetapkan. Dalam penelitian ini, parameter yang digunakan untuk analisis status mutu air yaitu Temperatur, pH, Detergen, Tembaga (Cu), Chromium (Cr Valensi 6), *Total Suspended Solid* (TSS), *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Dissolved Oxygen* (DO), *Nitrate* (NO<sub>3</sub>-N), *Nitrite* (NO<sub>2</sub>-N), Ammonia (NH<sub>3</sub>-N), Total

Posfat (P), Fenol, Minyak & Lemak, *Faecal Coli*, dan Total Coli.

Analisis status mutu air sendiri dilakukan berdasarkan pedoman penentuan status mutu air yang ditetapkan yaitu Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 115 Tahun 2003 Tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air, metode Indeks Pencemar (IP). Hasil Perhitungan status mutu air Wilayah Sungai Bengawan Solo PLTA Wonogiri menggunakan metode indeks pencemaran disajikan di Tabel 6 dan 7

**Tabel 6 Hasil Perhitungan Status Mutu Air Wilayah Sungai Bengawan Solo PLTA Wonogiri Semester 1**

| No | Lokasi Pengujian                   | Skor PIj | Status Mutu Air    |
|----|------------------------------------|----------|--------------------|
| 1  | Intake PLTA (I)                    | 2,65     | Cemar Ringan       |
| 2  | Outlet PLTA (II)                   | 3,03     | Cemar Ringan       |
| 3  | Sungai Keduang (III)               | 0,66     | Memenuhi Baku Mutu |
| 4  | Sungai Tirtomoyo (IV)              | 0,75     | Memenuhi Baku Mutu |
| 5  | Sungai Janglot (V)                 | 1,17     | Cemar Ringan       |
| 6  | Pertemuan S.Genuk & S.Cengkal (VI) | 0,76     | Memenuhi Baku Mutu |
| 7  | Sungai Alang (VII)                 | 1,49     | Cemar Ringan       |
| 8  | Sungai Pandaan (VIII)              | 2,59     | Cemar Ringan       |

**Tabel 7 Hasil Perhitungan Status Mutu Air Wilayah Sungai Bengawan Solo PLTA Wonogiri Semester 2**

| No | Lokasi Pengujian                   | Skor PIj | Status Mutu Air    |
|----|------------------------------------|----------|--------------------|
| 1  | Intake PLTA (I)                    | 0,67     | Memenuhi Baku Mutu |
| 2  | Outlet PLTA (II)                   | 0,56     | Memenuhi Baku Mutu |
| 3  | Sungai Keduang (III)               | 0,61     | Memenuhi Baku Mutu |
| 4  | Sungai Tirtomoyo (IV)              | 0,66     | Memenuhi Baku Mutu |
| 5  | Sungai Janglot (V)                 | 0,54     | Memenuhi Baku Mutu |
| 6  | Pertemuan S.Genuk & S.Cengkal (VI) | 0,79     | Memenuhi Baku Mutu |
| 7  | Sungai Alang (VII)                 | 0,5      | Memenuhi Baku Mutu |
| 8  | Sungai Pandaan (VIII)              | 0,69     | Memenuhi Baku Mutu |

Berdasarkan hasil analisis status mutu air sesuai peruntukan kelas III dengan metode Indeks Pencemaran. Pada semester 1 titik III, VI, dan IV kualitas air masih dapat dimanfaatkan sesuai peruntukan air kelas III yaitu untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanian dan atau peruntukan lain yang sama dengan kegunaan tersebut, sedangkan titik pengamatan I, II, V, VII, dan VIII menunjukkan bahwa status mutu air dalam kategori tercemar ringan, sehingga pada titik pengamatan tersebut sudah tidak bisa lagi sesuai peruntukan air kelas III. Sehingga diperlukan upaya pengelolaan air pada titik tersebut, agar dapat tetap bermanfaat bagi kehidupan masyarakat sekitar. Upaya pengelolaan air pada titik tersebut telah dilakukan dan terbukti pada semester 2 pada semua lokasi pengamatan status mutu air memenuhi baku mutu semuanya, sehingga pada semester 2 di semua titik pengamatan kualitas air masih dapat dimanfaatkan sesuai peruntukan air kelas III yaitu untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanian dan atau peruntukan lain yang sama dengan kegunaan tersebut.

#### 4. KESIMPULAN

Parameter yang melebihi baku mutu di Wilayah Sungai Bengawan Solo PLTA Wonogiri pada semester 1 adalah BOD di titik pengamatan I, II, V, dan VII. Parameter lain yang melebihi baku mutu yaitu minyak dan lemak di titik pengamatan II, IV, V, VII, dan VIII. Status mutu air pada semester 1 di titik I, II, V, VII, dan VIII termasuk dalam kategori tercemar ringan, sehingga pada titik pengamatan tersebut sudah tidak bisa lagi sesuai peruntukan air kelas III. Perlu dilakukan upaya pengelolaan air pada titik tersebut.

Parameter yang melebihi baku mutu di Wilayah Sungai Bengawan Solo PLTA Wonogiri pada semester 2 adalah BOD di titik pengamatan VI. Status mutu air pada semester 2 di semua titik pengamatan termasuk dalam kategori memenuhi baku mutu, sehingga upaya pengelolaan air pada semester 1 di titik I, II, V, VII, dan VIII termasuk dalam kategori tercemar ringan sudah berhasil, pada semester 2 di semua titik pengamatan kualitas air masih dapat dimanfaatkan sesuai peruntukan air kelas III yaitu untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanian dan atau peruntukan lain yang sama dengan kegunaan tersebut.

#### 5. Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih peneliti sampaikan Kepada Laboratorium Lingkungan Perum Jasa Tirta I Malang, atas kesediaannya melakukan pengujian sampel air dan Indonesia Power Wonogiri yang telah memberikan kesempatan untuk lokasi penelitian.

#### 6. DAFTAR PUSTAKA

- Agustira, R., & Lubis, K. S. (2013). Kajian Karakteristik Kimia Air, Fisika Air dan Debit Sungai pada Kawasan DAS Padang Akibat Pembuangan Limbah Tapioka. *Jurnal Agroekoteknologi Universitas Sumatera Utara*, 1(3), 95191.
- Ainy, K., Siswanto, A. D., & Nugraha, W. A. (2011). Sebaran Total Suspended Solid (TSS) Di Perairan Sepanjang Jembatan Suramadu Kabupaten Bangkalan. *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*, 4(2), 158–162.
- Ali, A. (2013). Kajian kualitas air dan status mutu air sungai Metro di Kecamatan Sukun kota Malang. *Bumi Lestari Journal of Environment*, 13(2).
- Effendi, H. (2003). *Telaah kualitas air, bagi pengelolaan sumber daya dan lingkungan perairan*. Kanisius.
- Fauziah, S. M., & Laily, A. N. (2015). Identifikasi mikroalga dari divisi chlorophyta di waduk sumber air jaya dusun krebet Kecamatan Bululawang Kabupaten Malang. *Bioedukasi: Jurnal Pendidikan Biologi*, 8(1), 20–22.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor: 115 Tahun 2003 Tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air, Jakarta: Menteri Negara Lingkungan Hidup 1 (2003).
- Lumaela, A. K., Otok, B. W., & Sutikno, S. (2013). Pemodelan chemical oxygen demand (cod) sungai di Surabaya dengan metode mixed geographically weighted regression. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 2(1), D100–D105.
- Marisi, K., Hendrawan, D., & Astono, W. (2016). Kajian Kualitas Air Waduk Kebon Melati, Jakarta Pusat. *Indonesian Journal of Urban and Environmental Technology*, 8(2), 155–169.
- Nuraini, E., Fauziah, T., & Lestari, F. (2019). Penentuan Nilai BOD dan COD Limbah Cair Inlet Laboratorium Pengujian Fisis Politeknik ATK Yogyakarta. *Integrated Lab Journal*, 7(2).

- Prahotama, A. (2013). Estimasi Kandungan Do (Dissolved Oxygen) di Kali Surabaya dengan Metode Kriging. *Jurnal Statistika Universitas Muhammadiyah Semarang*, 1(2).
- Rustadi, R. (2009). Eutrofikasi Nitrogen Dan Fosfor Serta Pengendaliannya Dengan Perikanan Di Waduk Sermo (Eutrophication by Nitrogen and Phosphorous and Its Control Using Fisheries in Sermo Reservoir). *Jurnal Manusia Dan Lingkungan*, 16(3), 176–186.
- Salmin, O. T. (2005). dan Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD) Sebagai Salah Satu Indikator Untuk Menentukan Kualitas Perairan. *Jurnal Oseano*.
- Walukow, A. F. (2010). PENENTUAN STATUS MUTU AIR DENGAN METODE STORET DIDANAU SENTANI JAYAPURA PROPINSI PAPUA. *Berita Biologi*, 10(3), 277–281.
- Winata, I. N. A., Siswoyo, A., & Mulyono, T. (2000). Perbandingan Kandungan P dan N Total Dalam Air Sungai di Lingkungan Perkebunan dan Persawahan. *Jurnal Ilmu Dasar*, 1(1), 24–28.
- Yulis, P. A. R., Desti, A. F., & Febliza, A. (2018). Analisis Kadar DO, BOD, dan COD Air Sungai Kuantan Terdampak Penambangan Emas Tanpa Izin. *Jurnal Bioterdidik: Wahana Ekspresi Ilmiah*, 6(3).