# BAB II
# TINJAUAN PUSTAKA

## 2.1 Sumber Air

Sumber air merupakan segala bentuk cadangan air yang tersedia di alam dan dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan manusia, baik langsung maupun setelah melalui proses pengolahan. Menurut Kusumawardhani dan Purwanto (2020), sumber air dapat dikategorikan menjadi dua jenis utama, yaitu sumber air bawah tanah dan sumber air permukaan. Air bawah tanah mencakup akuifer dangkal dan dalam yang tersembunyi di bawah permukaan tanah, sedangkan air permukaan mencakup sungai, danau, waduk, dan rawa. Ketersediaan dan kualitas dari masing-masing sumber ini sangat dipengaruhi oleh kondisi geologis, iklim, serta aktivitas manusia di sekitarnya.

Air tanah adalah air yang berada di bawah permukaan tanah di dalam zona jenuh dimana tekanan hidostatiknya sama atau lebih dari tekanan atmosfer air tanah yang terbagi atas air tanah dangkal dan air tanah dalam (Suyono, 1993). Air tanah cenderung lebih stabil dalam kualitas dan kuantitasnya, karena terlindungi dari pengaruh langsung aktivitas permukaan. Namun, eksploitasi berlebihan dan pencemaran dari permukaan (seperti limbah rumah tangga dan pertanian) dapat merusak akuifer dan menurunkan kualitas air tanah secara signifikan (Sunaryo & Rachman, 2016).

Sementara itu, air permukaan, seperti waduk, menjadi salah satu sumber daya air yang paling banyak dimanfaatkan, terutama di kawasan dengan kebutuhan tinggi untuk irigasi, pembangkit listrik tenaga air, dan penyediaan air baku untuk air minum. Namun demikian, sumber air permukaan sangat rentan terhadap pencemaran karena terbuka dan berdekatan langsung dengan aktivitas domestik, pertanian, dan industri. Hal ini dapat menyebabkan degradasi kualitas air yang ditandai dengan meningkatnya beban polutan seperti bahan organik, nutrien, logam berat, serta zat tersuspensi (Setiawan & Mulyanto, 2018).

## 2.2 Kualitas Air

Air adalah sumber daya alam esensial bagi kehidupan banyak orang sehingga perlindungan terhadapnya diperlukan agar tetap memberikan manfaat bagi manusia dan makhluk hidup lainnya. Dalam berbagai aspek kehidupan, air

digunakan untuk kegiatan sehari-hari, termasuk industri, sanitasi perkotaan, pertanian, dan lain-lain (Asrori, 2021). Kebutuhan ini tidak terbatas pada manusia, melainkan juga mencakup hewan dan tumbuhan yang hidup di lingkungan perairan (Kusna, 2021). Air merupakan fondasi utama bagi seluruh aktivitas biologis dan manusia. Meskipun dahulu diyakini sebagai sumber daya alam yang tak terbatas dan selalu tersedia, ketersediaannya sebagai sumber daya alam sebenarnya terbatas dikarenakan siklus hidrologi yang relatif konstan, sehingga pasokannya menjadi terbatas (Djana, 2023).

Secara kimiawi, air tersusun dari atas hidrogen dan oksigen, dengan sifat umunya yaitu tidak berwarna, tidak berbau, dan tidak berasa (Kusna, 2021). Kualitas air yang baik mencakup pengujian parameter fisik, kimia, dan biologi. Pada parameter fisik meliputi suhu, kekeruhan, padatan terlarut, parameter kimia umumnya yaitu pH, oksigen terlarut, BOD, kadar logam, serta parameter biologi yaitu keberadaan plankton, bakteri dan lain-lain. Hal ini bertujuan agar air yang dikonsumsi tidak menimbulkan dampak negatif terhadap kesehatan (Asrori, 2021).

Pengelolaan kualitas sumber air menjadi sangat penting agar air yang tersedia tetap layak dan sesuai dengan peruntukannya. Salah satu pendekatan yang digunakan dalam pengelolaan kualitas air adalah dengan menetapkan baku mutu kualitas air berdasarkan peruntukan penggunaannya. Pemerintah Indonesia melalui Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 telah mengatur klasifikasi dan baku mutu air untuk menjaga dan mengendalikan pencemaran lingkungan.

### 2.3 Pengambilan Sampel Air

Pengambilan sampel air merupakan tahap awal yang sangat krusial dalam analisis kualitas air. Prosedur yang tidak tepat dalam proses pengambilan sampel dapat mengakibatkan data yang diperoleh tidak mewakili kondisi sebenarnya di lapangan, sehingga hasil analisis pun menjadi tidak valid. Oleh karena itu, pengambilan sampel air harus mengikuti standar baku yang telah ditetapkan.

Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) 6989.57:2008, pengambilan contoh air harus dilakukan dengan mempertimbangkan jenis parameter yang akan dianalisis, jenis sumber air, dan tujuan pengujian. Secara umum, pengambilan sampel dapat dilakukan secara *Grab Sampling* atau *Composite Sampling*. *Grab Sampling* adalah teknik pengambilan sampel sesaat di satu titik dan waktu tertentu,

sedangkan *Composite Sampling* merupakan penggabungan beberapa sampel yang diambil pada waktu atau lokasi berbeda untuk memperoleh gambaran rata-rata kualitas air dalam satu periode waktu tertentu (Effendi, 2003).

## 2.4 Biochemical Oxygen Demand (BOD)

Biochemical Oxygen Demand (BOD) merupakan salah satu parameter penting yang menggambarkan jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh mikroorganisme, khususnya bakteri, untuk menguraikan senyawa organik dalam air pada kondisi aerobik (Atima, 2015). BOD merepresentasikan jumlah oksigen yang digunakan oleh mikroorganisme dalam air untuk menguraikan bahan organik yang mudah terdekomposisi *(readily decomposable organic matter).* Dengan demikian, BOD tidak hanya mencerminkan kebutuhan oksigen, tetapi juga dapat diinterpretasikan sebagai indikator konsentrasi bahan organik yang mudah terurai secara biologis (biodegradable organics) dalam suatu perairan, sebagai respons terhadap keberadaan senyawa organik tersebut (Hariyadi, 2004).

Prinsip pengukuran BOD dilakukan dengan menentukan kadar oksigen terlarut awal ($DO_0$) dalam sampel air segera setelah pengambilan. Selanjutnya, sampel diinkubasi selama lima hari dalam kondisi gelap dan suhu konstan 20°C. Setelah inkubasi, kandungan oksigen terlarut diukur kembali ($DO_5$). Selisih antara $DO_0$ dan $DO_5$ merupakan nilai BOD, yang dinyatakan dalam miligram oksigen per liter (mg/L). Penggunaan kondisi gelap dimaksudkan untuk mencegah terjadinya fotosintesis yang dapat menambah oksigen dalam air, sedangkan pengaturan suhu yang stabil bertujuan agar proses yang terjadi selama inkubasi semata-mata merupakan aktivitas dekomposisi oleh mikroorganisme, sehingga konsumsi oksigen dapat diukur secara akurat (Nuraini et al., 2019).

### 2.4.1 Faktor-faktor yang Memengaruhi BOD

#### 2.4.1.1 Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman (pH) merupakan singkatan dari *potential of Hydrogen*, adalah ukuran derajat keasaman yang digunakan untuk menunjukkan tingkat keasaman atau kebasaan suatu larutan (Hariyadi et al., 2020) Nilai pH sangat berperan dalam memengaruhi proses fisik, kimia, dan biologis yang berlangsung dalam perairan, serta memengaruhi kehidupan organisme akuatik. Skala pH berkisar antara 1 hingga 14, dengan nilai pH kurang dari 7 menunjukkan sifat asam,

nilai lebih dari 7 menunjukkan sifat basa, dan pH 7 dikategorikan sebagai kondisi netral (Randy et al., 2021)

Variasi nilai pH dalam perairan dapat dipengaruhi oleh fluktuasi kadar oksigen ($O_2$) dan karbon dioksida ($CO_2$). Tidak semua organisme mampu bertahan terhadap perubahan pH yang ekstrem, sehingga secara alami ekosistem perairan memiliki mekanisme penyangga untuk menjaga kestabilan pH atau memperlambat perubahannya. Perairan dengan pH di bawah 4,8 atau di atas 9,2 umumnya telah dianggap mengalami pencemaran (Nita Rukminasari et al., 2017)

#### 2.4.1.2 Suhu dan Kekeruhan

Suhu dan kekeruhan merupakan parameter fisik yang mencerminkan kondisi kualitas perairan. Suhu memengaruhi proses kimia dan biologis, sedangkan kekeruhan yang tinggi dapat menghambat fotosintesis dan menurunkan produktivitas perairan (Patty et al., 2020). Peningkatan suhu perairan dapat menyebabkan terjadinya stratifikasi atau pelapisan air, yang memengaruhi proses pencampuran massa air dan distribusi oksigen. Ketidaktercampuran ini dapat menyebabkan kondisi anaerob di lapisan bawah. Selain itu, perubahan suhu permukaan turut memengaruhi proses fisik, kimia, dan biologis dalam perairan (Pingki & Sudarti, 2021).

Nilai kadar BOD yang terukur dapat dipengaruhi oleh cuaca pada saat melakukan sampling karena kualitas air cenderung baik karena pengenceran. Sebaliknya, sampling pada musim kemarau cenderung meningkatkan BOD akibat minimnya pengenceran volume air rendah (Rayhan et al., 2024).

### 2.4.2 Dampak BOD terhadap Ekosistem Perairan

Salah satu parameter yang penting dalam penilaian kualitas air adalah *Biological Oxygen Demand* (BOD), yang mengukur jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik yang terlarut dalam air. Semakin tinggi nilai BOD, semakin besar konsumsi oksigen yang diperlukan untuk proses penguraian tersebut, yang dapat menunjukkan tingkat pencemaran organik yang tinggi (Doretto et al., 2020).

Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) 6989.72:2009 tentang kualitas air untuk air minum, air baku harus memiliki kadar BOD yang rendah, karena BOD yang tinggi menunjukkan adanya pencemaran organik yang dapat mengurangi

kadar oksigen terlarut dan mempengaruhi rasa, bau, serta keamanan mikrobiologi air (Badan Standarisasi Nasional, 2009). Nilai BOD pada perairan digunakan untuk mengetahui tingkat beban pencemaran akibat limbah domestik atau industri, serta sebagai dasar dalam perancangan sistem pengolahan biologis pada perairan tercemar (Daroini et al., 2020).

### 2.4.3 Metode Biochemical Oxygen Demand (BOD)

Pengukuran BOD dapat dilakukan menggunakan metode titrasi kimia seperti metode Winkler atau iodometri, serta dengan alat DO meter untuk mengukur kadar oksigen terlarut sebelum dan sesudah inkubasi (Badan Standardisasi Nasional, 2009). Sampel diinkubasi selama lima hari dalam kondisi gelap dan suhu konstan untuk mencegah fotosintesis, sehingga hanya terjadi dekomposisi oleh mikroorganisme. Selisih antara oksigen awal ($DO_0$) dan oksigen akhir ($DO_5$) menunjukkan nilai BOD. Penting untuk memastikan $DO_5$ tidak nol agar nilai BOD dapat dihitung secara akurat (Atima, 2015).

Pengukuran BOD mengacu pada SNI 6989.72:2009**,** yang mengatur tata cara uji kebutuhan oksigen biokimia untuk air dan air limbah. Standar ini mensyaratkan penggunaan larutan standar Glukosa-Asam Glutamat (GGA) sebagai kontrol kualitas. Larutan standar glukosa-asam glutamat (Glucose-Glutamic Acid, GGA) digunakan sebagai kontrol kualitas untuk memastikan bahwa metode pengujian, peralatan, dan operator berfungsi dengan benar (Walsh & Garrett, n.d.). GGA terdiri dari campuran glukosa dan asam glutamat, masing-masing dengan konsentrasi 150 mg/L, yang memberikan nilai BOD lima hari ($BOD_5$) teoritis sekitar 198 mg/L ± 30.5 mg/L (Montes, 2016). Penggunaan GGA memungkinkan laboratorium untuk mengevaluasi efektivitas inokulum mikroba dan kualitas air pengencer yang digunakan dalam pengujian BOD serta memverifikasi efektivitas inokulum dan kualitas air pengencer, mendeteksi potensi kesalahan sistemik dalam pelaksanaan pengujian. Jika hasil BOD dari larutan GGA berada di luar rentang kontrol yang ditentukan, hal ini menunjukkan adanya masalah dalam prosedur pengujian yang perlu diidentifikasi dan diperbaiki (Badan Standardisasi Nasional, 2009).

## 2.5 Total Suspended Solids (TSS)

Total Suspended Solids (TSS) adalah padatan tersuspensi dalam air yang tidak larut dan tertahan oleh saringan berukuran maksimal 2 mikrometer. TSS terdiri dari partikel organik dan anorganik halus yang dapat mengurangi kejernihan air serta mengganggu penetrasi cahaya dan proses fotosintesis di perairan (Devy & Haryanto, 2021). TSS yang tinggi dapat menyebabkan penurunan kualitas air karena menghalangi penetrasi cahaya matahari, yang sangat penting untuk proses fotosintesis bagi organisme perairan (Fanela et al., 2019). Semakin tinggi konsentrasi TSS, maka semakin besar pula kebutuhan oksigen untuk proses dekomposisi bahan organik di dalam air. Oleh karena itu, upaya penurunan kadar TSS perlu dilakukan, antara lain melalui proses penyaringan, pengendapan, atau penambahan bahan kimia seperti flokulan untuk mengendapkan partikel tersuspensi (Hermansyah et al., 2024).

Dalam penelitian yang dilakukan oleh (Buana et al., 2021) meskipun hubungan langsung antara TSS dan kelimpahan fitoplankton tidak signifikan, peningkatan konsentrasi TSS tetap dapat memengaruhi struktur komunitas biotik, yang pada akhirnya berdampak terhadap stabilitas ekosistem perairan secara keseluruhan. Dengan demikian, TSS tidak hanya menjadi indikator pencemaran fisik, tetapi juga dapat digunakan untuk mengevaluasi dampak ekologis yang ditimbulkan oleh aktivitas antropogenik di sekitar badan air, seperti erosi tanah, limbah domestik, dan aktivitas industri.

### 2.5.1 Faktor-faktor yang Memengaruhi TSS

Erosi tanah merupakan salah satu faktor utama penyumbang TSS di waduk. Proses erosi mengakibatkan terbawanya partikel tanah ke badan air, meningkatkan konsentrasi TSS. Penelitian oleh Sukmono dan Rajagukguk (2024) menunjukkan bahwa tingkat bahaya erosi yang tinggi di DAS Kali Serang berkontribusi signifikan terhadap peningkatan TSS di Waduk Kedung Ombo (Sukmono & Rajagukguk, 2019). Kelas bahaya erosi 15–60 ton/ha/tahun memiliki luas yang signifikan dan berhubungan erat dengan konsentrasi TSS yang tinggi.

Perubahan tutupan lahan, seperti konversi lahan menjadi pemukiman atau pertanian, serta aktivitas manusia seperti budidaya keramba jaring apung (KJA), dapat meningkatkan TSS di waduk. Studi oleh (Pembayun et al., 2015) di Waduk

Jatiluhur menunjukkan bahwa perubahan tutupan lahan dan KJA berkontribusi sebesar 84% terhadap peningkatan TSS, dengan KJA menyumbang 14% dan perubahan tutupan lahan lainnya 70%.

Konsentrasi TSS di waduk menunjukkan fluktuasi musiman yang signifikan, terutama antara musim hujan dan musim kemarau. Pada musim hujan, curah hujan yang tinggi meningkatkan erosi tanah di daerah aliran sungai (DAS), membawa lebih banyak sedimen ke dalam waduk (Rezagama & Tamlikha, 2016). Sebaliknya, pada musim kemarau, penurunan debit air dapat menyebabkan konsentrasi TSS meningkat karena penguapan yang tinggi dan berkurangnya kapasitas tampungan air (Corsita, 2019).

### 2.5.2 Metode TSS

Pengukuran Total Suspended Solids (TSS) dilakukan menggunakan metode gravimetri, yaitu metode analisis kuantitatif yang didasarkan pada penimbangan massa zat dalam bentuk murni setelah melalui proses pemisahan. Prinsip metode ini melibatkan pemisahan partikel tersuspensi dari air melalui penyaringan, kemudian pengeringan dan penimbangan untuk menentukan konsentrasi padatan yang tersisa (Devy & Haryanto, 2021). Metode gravimetri merupakan metode kuantitatif yang dilakukan dengan mengisolasi dan menimbang massa unsur atau senyawa dalam bentuk stabil dan murni. Umumnya, metode ini melibatkan proses pengendapan untuk memisahkan zat yang diukur dari campurannya, kemudian ditimbang untuk menentukan konsentrasinya secara akurat (Hermansyah et al., 2024).

Analisis TSS merujuk pada SNI 6989.3:2019 – Air dan Air Limbah – Bagian 3: Cara Uji Padatan Tersuspensi Total Secara Gravimetri. Dalam prosedur ini, sampel air disaring menggunakan filter microglass fiber dengan ukuran pori antara 0,7 hingga 1,5 mikrometer. Setelah itu, filter dikeringkan dalam oven bersuhu 103–105 °C hingga mencapai berat konstan. Selisih berat filter sebelum dan sesudah filtrasi digunakan untuk menghitung konsentrasi TSS dalam sampel, yang dinyatakan dalam satuan mg/L. Gravimetri dikenal sebagai salah satu metode analisis kimia tertua dan paling sederhana, karena penentuan jumlah zat dilakukan melalui penimbangan langsung. Proses ini mencakup isolasi zat target, pengendapan, pengeringan, dan penimbangan endapan yang terbentuk Dalam

konteks analisis TSS, metode ini memungkinkan identifikasi jenis dan massa padatan tersuspensi dalam limbah cair (Adam, 2019).

### 2.6 Parameter BOD dan TSS dalam Menilai Kualitas Air

Kualitas air minum yang aman dan layak konsumsi sangat ditentukan oleh kondisi sumber air bakunya. Untuk menjamin keamanan tersebut, Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup menetapkan baku mutu kualitas air bagi badan air seperti sungai, danau, maupun waduk yang dijadikan sebagai sumber air baku.

**Tabel 2. 1 Kelas Mutu Air Menurut PP No. 22 Tahun 2021**

| Kelas | Peruntukan |
|---|---|
| **Kelas I** | Diperuntukkan sebagai air baku untuk air minum. |
| **Kelas II** | Diperuntukkan untuk kegiatan rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, dan air baku untuk air minum setelah pengolahan. |
| **Kelas III** | Diperuntukkan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, dan air untuk mengaliri tanaman. |
| **Kelas IV** | Diperuntukkan untuk keperluan pertanian dan/atau usaha perkotaan, industri, dan pembangkit listrik tenaga air. |

Selain klasifikasi berdasarkan peruntukan, PP No. 22 Tahun 2021 juga menetapkan baku mutu parameter fisika dan kimia. Beberapa parameter utama yang sering dianalisis dalam penelitian kualitas air antara lain Biochemical Oxygen Demand (BOD) dan Total Suspended Solids (TSS), yang keduanya mencerminkan tingkat pencemaran bahan organik dan partikel tersuspensi di dalam air.

**Tabel 2. 2 Baku Mutu Parameter BOD dan TSS Berdasarkan Kelas Air**

| Parameter | Kelas I (mg/L) | Kelas II (mg/L) | Kelas III (mg/L) | Kelas IV (mg/L) |
|---|---|---|---|---|
| **BOD** | $\leq 2$ | $\leq 3$ | $\leq 6$ | $\leq 12$ |
| **TSS** | $\leq 40$ | $\leq 50$ | $\leq 100$ | $\leq 400$ |

BOD merupakan indikator banyaknya bahan organik dalam air yang membutuhkan oksigen untuk terurai. Jika kadarnya tinggi, ini menunjukkan adanya

pencemaran organik yang dapat memicu pertumbuhan mikroorganisme patogen. Sementara itu, TSS mencerminkan jumlah partikel tersuspensi yang dapat menyebabkan kekeruhan, mengganggu proses filtrasi, dan membawa kontaminan lain. Oleh karena itu, pemantauan BOD dan TSS merupakan langkah awal yang penting dalam pengelolaan kualitas air baku guna menjamin efektivitas proses pengolahan serta keamanan air minum bagi masyarakat (Brahmatantri & Oka Parwata, 2018).