

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Pengertian Air Bersih**

Air bersih merupakan salah satu sumber daya alam yang membantu kehidupan manusia karena berbentuk air berkualitas tinggi yang dapat digunakan untuk berbagai kebutuhan manusia. Selain dapat digunakan untuk konsumsi manusia, air bersih juga dapat berfungsi sebagai sanitasi atau untuk menjaga lingkungan tetap bersih (Rusim et al., 2024).

Air bersih adalah air sehat yang dipergunakan untuk kegiatan manusia dan harus bebas dari kuman kuman penyebab penyakit, bebas dari bahan-bahan kimia yang dapat mencemari air bersih tersebut. Air merupakan zat yang mutlak bagi setiap makhluk hidup dan kebersihan air adalah syarat utama bagi terjaminnya kesehatan (Pahuda, 2022).

#### **1. Sumber Air bersih**

Sumber air adalah sumber yang memenuhi kriteria kualitas air yang aman dan sehat untuk dikonsumsi dan digunakan oleh manusia. Kualitas air dari sumber harus aman dan sehat untuk dikonsumsi dan digunakan oleh manusia. Kehidupan manusia bergantung pada air bersih, dan banyak aktivitas sehari-hari, seperti minum, masak, mandi, dan mencuci, serta pertanian dan industri, membutuhkan air yang aman dan bersih. Beberapa sumber air bersih antara lain:

a. Air hujan

Untuk menggunakan air hujan sebagai sumber air bersih, individu, kelompok, dan pemerintah biasanya membangun bendungan dan tandon air yang mahal untuk menyimpan air bersih selama musim kemarau dan untuk menekan kerusakan banjir.

b. Air permukaan

Air permukaan adalah air di permukaan bumi yang berasal dari air hujan yang jatuh di atas tanah. Karakteristik ini biasanya bergantung pada lingkungan man air itu. Air permukaan seperti sungai, telaga, danau, rawa, dan air lainnya perlu diolah terlebih dahulu sebelum dapat dikonsumsi oleh manusia.

c. Air bawah tanah

Air bawah tanah adalah air yang berasal dari hujan yang jatuh ke permukaan bumi yang kemudian mengalami penyerapan ke dalam tanah dan mengalami proses filtrasi alamiah. Yang termasuk sumber air jenis ini terdiri dari air sumur dangkal, sumur dalam dan mata air

## 2. Jenis sarana Air Bersih

Beberapa jenis sumber air bersih yang biasa digunakan adalah:

- a. Sumur Bor: Sumur adalah sumber air bersih yang diperoleh dengan mengebor tanah hingga lapisan air bawah tanah dapat ditemukan.

Air yang diambil dari sumur biasanya cukup bersih dan aman jika dirawat dengan baik.

- b. Sumur Gali: Sumur gali adalah lubang yang digali di dalam tanah untuk mendapatkan air bawah tanah. Sumur ini sering digunakan di daerah pedesaan di mana tidak ada sumber air bersih yang lebih baik
- c. Mata Air: Sumber air alami yang ditemukan di permukaan bumi disebut mata air. Mata air biasanya sangat bersih dan segar, dan biasanya digunakan sebagai air minum langsung.
- d. Sistem Distribusi Air: Sistem distribusi air ini terdiri dari jaringan pipa dan saluran air yang mengirimkan air bersih ke rumah, bisnis, dan fasilitas umum. Pemerintah atau perusahaan air minum biasanya mengelola sistem distribusi ini.
- e. Instalasi Pengolahan Air: Seringkali, air yang diambil dari sumber alami seperti sungai atau danau harus diambil sebelum dapat digunakan sebagai air minum. Instalasi pengolahan air melakukan ini dengan menyaring dan menghilangkan kontaminasi agar air aman untuk dikonsumsi.
- f. Penyaringan Air Sederhana: Penyaringan air sederhana dengan sinar matahari dapat digunakan untuk membuat air bersih di wilayah yang kurang berkembang.

- g. Air Hujan: Air hujan ditangkap dan disimpan dalam tangki air di beberapa tempat untuk digunakan sebagai sumber air bersih. Tangki air ini sering digunakan sebagai sumber air non-permanen.
- h. Reuse Air: Dalam beberapa sistem, Air yang telah digunakan untuk tujuan tertentu, seperti mencuci tangan atau mandi, dapat digunakan kembali dalam toilet atau irigasi dalam beberapa sistem.

Penting untuk memastikan bahwa air bersih tersedia dalam kualitas yang aman dan sesuai dengan standar kesehatan. Untuk menghindari kontaminasi dan penyakit yang dapat disebabkan oleh air yang tidak layak, penting untuk memastikan bahwa air bersih tersedia dalam kualitas yang aman dan sesuai dengan standar kesehatan. Selain itu, pemerintah dan lembaga memainkan peran penting dalam mengelola sumber air bersih dan menyediakannya kepada masyarakat.

### 3. Persyaratan Air Bersih

Persyaratan air bersih adalah istilah yang mengacu pada standar kualitas air yang dianggap aman dan layak untuk digunakan oleh manusia. Air bersih adalah air yang bebas dari kontaminasi yang berbahaya bagi kesehatan manusia. Persyaratan untuk air bersih berbeda-beda menurut negara dan daerah, tetapi umumnya mencakup faktor-faktor berikut:

#### a. Parameter Fisik

Persyaratan air bersih termasuk parameter fisik yang mengukur sifat fisik air, seperti penampilan, kerjernian, dan keadaan fisiknya.

Parameter fisik ini memberikan informasi tentang sifat-sifat air yang dapat mempengaruhi penerimaan dan penggunaan air oleh manusia.

Beberapa parameter fisik penting dalam persyaratan air bersih meliputi:

1) Warna.

Parameter ini mengukur warna air yang dapat disebabkan oleh bahan organik atau senyawa kimia tertentu. Perubahan warna yang signifikan dapat menunjukkan keberadaan kontaminan atau materi organik yang tidak diinginkan dalam air.

2) Bau dan rasa.

Bau dan rasa air merupakan parameter subjektif yang mencerminkan pengalaman manusia dalam mengonsumsi air. Air tidak seharusnya memiliki bau atau rasa yang tidak sedap atau aneh; jika ada, itu mungkin menunjukkan kontaminasi atau masalah lain dalam air.

3) Kekeruhan.

Kekeruhan adalah ukuran jumlah partikel padatan yang terlarut dalam air, yang dapat mempengaruhi transparansi air dan menyebabkan air tampak keruh.

4) Temperatur.

Temperatur air adalah parameter fisik yang dapat diukur. Suhu air dapat memengaruhi ekosistem dan organisme yang hidup di dalamnya, serta seberapa nyaman dan ramah air bagi manusia.

5) Konduktivitas listrik.

Konduktivitas listrik adalah ukuran kemampuan air untuk menghantarkan listrik. Nilai yang tinggi dapat menunjukkan bahwa air dengan konduktivitas tinggi mungkin mengandung kadar garam tinggi. Pemantauan dan pengukuran parameter fisik ini penting Untuk memastikan bahwa air bersih memenuhi standar kualitas yang aman dan layak untuk digunakan oleh manusia, pengukuran dan pemantauan parameter fisik air bersih sangat penting. Peraturan dan standar yang mengatur parameter fisik air bersih dapat berubah-ubah di antara negara dan wilayah sesuai dengan peraturan dan kebutuhan lokal.

b. Parameter biologi

Persyaratan air bersih terkait dengan Parameter biologi mengacu pada pengujian dan analisis air untuk mengidentifikasi dan mengukur mikroorganisme dan organisme lainnya. Mikroorganisme dan organisme hidup adalah beberapa parameter biologi penting dalam menilai kualitas air bersih, karena mereka dapat menunjukkan kontaminasi dan risiko kesehatan. Berikut adalah beberapa parameter biologi yang biasanya diuji dalam analisis air:

1) Kandungan Bakteri Coliform

*Coliform* adalah kelompok bakteri yang sering ditemukan di usus manusia dan hewan. Mereka dapat menunjukkan bahwa air kontaminasi oleh tinja dan bahan organik lainnya yang dapat membawa patogen penyakit. Pengukuran kandungan *Coliform* adalah cara umum untuk mengetahui kualitas air bersih

2) *E.coli* (*Escherichia coli*)

*E.coli* adalah Bakteri yang biasanya ditemukan di usus manusia dan hewan. Kontaminasi tinja, yang mungkin mengandung patogen berbahaya, ditunjukkan oleh keberadaan *E.coli* dalam air minum. Oleh karena itu, ukuran *E.coli* sering digunakan untuk mengetahui bahaya yang terkait dengan air yang terkontaminasi.

Pengujian parameter biologi ini sangat penting untuk memastikan bahwa air bersih memenuhi standar kualitas yang aman untuk dikonsumsi oleh manusia. Hasil pengujian akan membantu menentukan langkah apa yang harus diambil untuk menjaga atau meningkatkan kualitas air, termasuk memurnikan atau melindungi sumber air.

c. Parameter kimia

Persyaratan air bersih: Untuk parameter kimia, persyaratan mengacu pada standar kualitas yang berkaitan dengan komposisi kimia air menurut permenkes No 02 Tahun 2023.

Standar-standar ini penting untuk memastikan bahwa air yang dikonsumsi manusia tidak mengandung konsentrasi senyawa kimia yang berbahaya bagi kesehatan manusia. Beberapa parameter kimia penting yang diperlukan untuk air bersih adalah sebagai berikut:

1) Konsentrasi Logam Berat:

Jika logam berat seperti timbal, merkuri, arsenik, kadmium, dan kromium terdapat dalam jumlah yang berlebihan dalam air, mereka beracun bagi manusia.

2) Kandungan Zat Besi dan Mangan:

Untuk memastikan bahwa air dapat diterima dari segi penampilan dan rasa, persyaratan air bersih biasanya menetapkan batas konsentrasi zat besi dan mangan agar air tidak mengandung rasa dan warna yang tidak sedap.

3) Kandungan Nitrat dan Nitrit:

Nitrat dan nitrit Dalam air bawah tanah, nitrat dan nitrit dapat berasal dari pupuk pertanian atau limbah domestik. Konsentrasi nitrat yang tinggi dapat menyebabkan methemoglobinemia, yang merupakan masalah bagi kesehatan manusia, khususnya bayi.

4) Kandungan Kesadahan:

Ketentuan mengenai ambang batas kesadahan total dalam air minum telah ditetapkan secara resmi melalui Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017. Dalam peraturan tersebut disebutkan bahwa kadar kesadahan maksimal yang diperbolehkan

adalah 500 mg/L. Apabila kesadahan melebihi nilai tersebut maka air tidak layak untuk dikonsumsi (Mogi & Hero, 2025).

## **B. Tingkat kesadahan**

Kesadahan merupakan salah satu parameter kimia tentang kualitas air bersih, tingkat kesadahan air pada dasarnya ditentukan oleh jumlah kalsium (Ca) dan magnesium (Mg). Dalam standart kualitas air bersih dan air minum minum, kesadahan maksimum yang diperbolehkan adalah 500mg/l (sebagai Ca), dan kadar minimum yang diperbolehkan adalah 75 mg/l. Kesadahan air diklasifikasikan menjadi dua, yaitu kesadahan sementara dan kesadahan tetap. Kesadahan sementara disebabkan oleh adanya senyawa-senyawa bikarbonat ( $\text{HCO}_3$ ) yang terdapat dalam air, yang jika dipanaskan akan terurai menjadi  $\text{CO}_2$  dan O meninggalkan endapan yang dapat dipisahkan. Kesadahan ini dapat dihilangkan dengan cara direbus, kemudian terdapat kerak pada alat rebusnya. Kesadahan tetap disebabkan oleh ion kalsium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) atau ion magnesium ( $\text{Mg}^{2+}$ ) yang berikatan dengan  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ . Kesadahan tetap hanya dapat dihilangkan dengan cara ditambah zat lain atau dengan perlakuan khusus (Alisya dkk, 2021).

Berdasarkan Permenkes RI No. 32 Tahun 2017 Tentang standar baku mutu kesehatan lingkungan dan persyaratan kesehatan air untuk keperluan higiene sanitasi, kolam renang, solus per aqua. Dan pemandian umum Parameter kimia untuk kesadahan dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan yaitu sebesar 500 Mg/L.

Tingkat kesadahan juga dibandingkan dengan Klasifikasi Kesadahan. Tujuannya untuk mengetahui seberapa besar tingkat kesadahan tersebut berdasarkan kelasnya. Klasifikasi kesadahan dapat dilihat pada tabel berikut:

**Tabel 1**  
**Klasifikasi Kesadahan**

No	Kadar Kesadahan Air	Kelas Kesadahan Air
1	0-17 mg/L	Lunak
2	17-60 mg/L	Agak bersadah
3	60-120 mg/L	Cukup Bersadah
4	120-180 mg/L	Sangat bersadah
5	>180 mg/L	Sangat bersadah

#### 1. Kesadahan tetap

Kesadahan tetap adalah air sadah yang mengandung anion selain ion bikarbonat, misalnya berupa ion  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ , dan  $\text{SO}_4^{2-}$ . Berarti senyawa yang terlarut boleh jadi berupa kalsium klorida ( $\text{CaCl}_2$ ), kalsium nitrat ( $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ), kalsium sulfat ( $\text{CaSO}_4$ ), magnesium klorida ( $\text{MgSO}_4$ ). Air yang mengandung senyawa-senyawa tersebut disebut air sadah tetap, 2 karena kesadahannya tidak bisa dihilangkan hanya dengan cara pemanasan. Kesadahan tetap dapat dihilangkan dengan mereaksikan air tersebut dengan zat kimia tertentu. Pereaksi yang digunakan adalah larutan karbonat :  $\text{Na}_2\text{CO}_3(\text{aq})$  atau  $\text{K}_2\text{CO}_3(\text{aq})$

## 2. Kesadahan sementara

Kesadahan sementara adalah air sadah yang mengandung ion bikarbonat ( $\text{HCO}_3^-$ ), khususnya senyawa kalsium bikarbonat ( $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ) dan magnesium bikarbonat ( $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ ). Disebut air sadah sementara karena kesadahannya dapat dihilangkan dengan pemanasan air membebaskan ion  $\text{Ca}^{2+}$  dan  $\text{Mg}^{2+}$ . Selanjutnya, senyawa-senyawa tersebut akan mengendap pada dasar ketel (Tarigan dkk., 2023).

### C. Filtrasi

Filtrasi adalah suatu proses untuk mereduksi air yang zat tersuspensi kontaminan melalui media berpori. Penyaringan menggunakan media berpori disebabkan dengan cara menghambat partikel-partikel ke dalam ruang pori sehingga mengakibatkan pengumpulan dan penumpukan partikel tersebut pada permukaan butiran media. Dengan tumpukan partikel yang terhambat pada pori media maka akan membuat air menjadi lebih bersih (Mulia, 2021).

Salah metode untuk menurunkan tingkat kesadahan dengan menggunakan Sistem filtrasi downflow. Sistem filtrasi downflow merupakan sistem saringan dimana air didistribusikan ke dalam alat penyaringan dengan arah aliran air dari atas ke bawah. Unit pengelolaan air dengan filter pasir lambat downflow merupakan satu paket di mana kapasitas pengelolaan dapat dirancang dengan berbagai macam ukuran sesuai dengan kebutuhan yang diperlukan (Ardiati, 2021). Pengolahan air baku dengan menggunakan pasir lambat downflow ini mempunyai keunggulan antara lain:

1. Air hasil penyaringan cukup bersih untuk keperluan rumah tangga
2. Membuatnya cukup mudah dan sederhana pemeliharaannya
3. Bahan-bahan yang digunakan cukup mudah didapatkan
4. Tidak memerlukan bahan kimia, sehingga biaya operasi sangat mudah
5. Dapat menghilangkan zat besi, warnan, mangan, dan kekeruhan
6. Dapat menghilangkan amonia dan polutan organic, karena proses penyaringan berjalan secara fisika biokimia.

Beberapa kelemahan saringan pasir downflow antara lain:

- a. Jika air bakunya mempunyai kekeruhan yang tinggi, beban filter menjadi besar, sehingga sering terjadi kebuntuan, akibatnya waktu untuk pencucian filter menjadi pendek.
- b. Pencucian filter dilakukan secara manual, yakni dengan cara mengeruk lapisan pasir bagian atas dan dicuci dengan air bersih, dan setelah bersih dimasukkan kembali kedalam saringan seperti semula. Karena tanpa bahan kimia, tidak dapat digunakan untuk menyaring air gambut (Ardiati, 2021).

## **D. Media Filtrasi**

Bagian filter yang berperan penting dalam melakukan penyaringan adalah media filter. Media filter dapat tersusun dari pasir takari dan zeolit.

### **1. Pasir Takari**

Adsorpsi merupakan metode ramah lingkungan yang banyak digunakan untuk menghilangkan timbal dari lingkungan. Metode ini memiliki beberapa keunggulan, antara lain penggunaan reagen yang tinggi, serta biaya yang relatif murah. Silika digunakan sebagai adsorben karena memiliki kemampuan penyerapan yang tinggi. Hal ini disebabkan oleh adanya gugus aktif SI-O-SI (siloksan) dari SI-OH (silanol) pada permukaannya, serta keberadaan empat atom oksigen yang bersifat cukup ionik. Struktur ini memungkinkan silika berfungsi sebagai situs aktif yang efektif dalam mengikat ion logam. Penggunaan silika sebagai adsorben selama ini masih banyak menggunakan silika hasil sintesis sedangkan penggunaan silika yang bersumber dari alam khususnya pasir seperti pasir takari. Pasir takari adalah salah satu pasir yang ada di Kota Kupang (Naat, 2022b).

### **2. Zeolit**

Zeolit alam dalam berbagai bidang, salah satunya yaitu sebagai pengurangan kadar kalsium dan magnesium dalam air sehingga dapat menurunkan nilai kesadahan air. Zeolit alam cepat mengalami kejenuhan pada saat proses adsorpsi.

Pemanfaatan media zeolit alam sebagai produksi logam berat (besi) pada air. Pada penelitian ini akan dipelajari pengaruh aktivasi pada zeolit alam untuk meningkatkan kualitas air tanah di daerah Cepu. Logam-logam seperti kalsium dan magnesium merupakan penyebab utama kesadahan pada air. Filtrasi merupakan metode paling umum yang digunakan dalam proses pemurnian air, hal ini dikarenakan metode tersebut tergolong sederhana dan tidak memerlukan biaya tinggi. Pengurangan kadar logam pada air dapat menurunkan angka kesadahan sehingga dapat meningkatkan kualitas air (Rahmadhany, 2024).