

## **BAB II**

### **TINJAUAN TEORI**

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

##### **1. Defenisi air bersih**

Air merupakan salah satu kebutuhan makhluk hidup untuk kelangsungan hidupnya. Menurut Depertemen Kesehatan RI (1995) air bersih adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya memenuhi syarat-syarat kesehatan dan dapat diminum apabila dimasak. Air bersih adalah air yang tidak berwarna (bening dan tembus pandang ), tidak berbau, dan tidak berasa, serta tidak mengandung zat-zat berbahaya dan kuman yang mengganggu kesehatan/ kuman-kuman penyebab penyakit, bebas dari bahan-bahan kimia yang dapat mencemari air bersih (Prodjokusumo, et al 2015)

Air bersih adalah air sehat yang di pergunakan untuk kegiatan manusia dan harus bebas dari kuman-kuman penyebab penyakit. Bebas dari bahan-bahan kimia yang dapat mencemari air bersih tersebut.

##### **2. Jenis air bersih**

###### **a. Sumur gali (SGL)**

Jenis sumur gali ada beberapa antara lain timba/ember, sumur gali dilengkapi dengan pompa tangan dangkal / dalam ataupun pompa listrik

###### **b. Perlindungan mata air (PMA)**

Sumber air harus ada mata air, bukan pada saluran air yang berasal dari mata air tersebut kemungkinan besar telah tercemar

###### **c. Penampungan air hujan (PAH)**

Talang air yang masuk ke bak PAH harus dapat dipindahkan/dialihkan agar air hujan pada 5 menit pertama tidak masuk ke dalam bak

d. Sistem perpipaan ( SP )

Air baku harus dilakukan pengolahan terlebih dahulu sebelum didistribusikan

## **B. Syarat Air Bersih**

Persyaratan air bersih di atur oleh Peraturan Menteri Kesehatan Republic Indonesia Nomor 2 Tahun 2023 Tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 Tentang Kesehatan Lingkungan. Air untuk keperluan hygiene dan sanitasi lingkungan. Beberapa persyaratan air yang bersih yang harus terpenuhi sebagai berikut:

### **1. Syarat fisik**

a. Bau

Bau pada air dapat disebabkan oleh benda asing yang masuk ke dalam air seperti bangkai Binatang, bahan buangan ataupun disebabkan adanya proses penguraian senyawa organik oleh bakteri. Pada peristiwa penguraian organik yang dilakukan oleh bakteri tersebut dihasilkan gas-gas debu meningkat dan bahkan ada yang beracun seperti  $H_2S$ ,  $NH_3$  dan gas-gas lainnya (Pitojo dan Purwantoyo, 2003)

b. Rasa

Rasa pada air dapat ditimbulkan oleh beberapa hal yaitu adanya gas terlarut misalnya  $H_2S$ , organisme hidup misalnya ganggang, adanya limbah padat dan limbah cair misalnya hasil buangan dari limbah rumah tangga, adanya organisme pembusuk limbah dan kemungkinan adanya sisa-sisa bahan yang digunakan untuk disinfeksi misalnya chlor tersebut (Pitojo dan Purwantoyo, 2003)

c. Warna

Warna pada air sebenarnya terdiri dari warna asli dan warna tampak. Warna asli atau true color, adalah warna yang hanya disebabkan oleh substansi terlarut.

Warna tampak atau *aprent color*, adalah mencakup warna substansi yang terlarut berikut zat resuspensi didalam air tersebut ( Pitojo dan Purwantoyo,2003)

d. Kekeruhan

Kekeruhan adalah efek optic yang terjadi jika sinar berbentuk material tersuspensi di dalam air. Kekeruhan air terjadi karena adanya partikel hidup atau mati berukuran kecil yang berada di dalam air.

## 2. Syarat kimia

a. pH

pH adalah merupakan istilah yang di gunakan untuk menyatakan intensitas keadaan asam atau basa suatu larutan. Dalam penyediaan air, pH merupakan suatu faktor yang harus di pertimbangkan mengingat bahwa derajat keasaman dari air akan sangat mempengaruhi aktivitas pengolahan yang akan di lakukan, misalnya dalam melakukan koagulasi kimiawi, desinfeksi, pelunakan air ( water softening ) dan dalam pencegahan korosi ( Sutrisno 2006)

b. Kesadahan

Kesadahan adalah kandungan mineral-mineral tertentu di dalam air, umumnya ion kalsium (ca) dan magnesium (mg) dalam bentuk garam karbonat (Tarigan 2019)

Kesadahan dalam air Sebagian besar adalah berasal dari kontaknya dengan tanah dan pembentukan batuan. Pada umumnya air sudah berasal dari daerah dimana lapisan tanah atas (topsoil) tebal, dan ada pembentukan batu kapur.

c. Besi ( fe )

Zat besi merupakan suatu unsur yang penting dan berguna untuk metabolisme tubuh. Untuk keperluan ini tubuh membutuhkan 7-35 mg unsur tersebut perhari, yang tidak hanya diperolehnya dari air. Konsentrasi unsur ini dalam air yang

melebihi  $\pm 2$  mg/l akan menimbulkan noda-noda pada peralatan dan bahan-bahan yang berwarna putih. Adanya unsur ini dapat menimbulkan bau dan warna pada air minum, dan warna koloid pada air ( Sutrisno 2006)

d. Zat organik

Zat organik yang terdapat dalam air bisa berasal dari :

- 1) Alam : minyak tumbuh-tumbuhan, serat-serat minyak dan lemak hewan, alcohol, selulose, gula, pati dan sebagainya
  - 2) Sintesa: berbagai persenyawaan dan buah-buahan yang dihasilkan dari proses-prose pabrik.
  - 3) Fermentasi: alcohol, acetone, glycerol, antibiotic, asam-asam dan sejenisnya yang berasal dari kegiatan mikroorganisme terhadap bahan-bahan organik
- Dengan melihat proses asal terjadinya bahan-bahan organik tersebut dapat diketahui bahwa sumber utama dari bahan-bahan tersebut adalah kegiatan-kegiatan rumah tangga dan proses-proses industri,

### 3. Syarat biologi

a. Bakteri

Bakteri merupakan kelompok mikroorganisme yang penting pada penanganan air. Bakteri adalah jasad renik yang sederhana, tidak berwarna, satu sel, berukuran antara 0,5-6  $\mu\text{m}$ . bakteri berkembang biak dengan cara membelah diri, setiap 15-30 menit pada lingkungan ideal ( Pitojo dan Purwantoyo,2003)

b. Virus

Virus adalah berupa makhluk yang bukan organisme sempurna, antara benda hidup dan tidak hidup berukuran sangat kecil antar 20-100 nanometer atau sebesar 1/50 kali ukuran bakteri. Virus terdiri dari lapisan pelindung protein yang mengelilingi serabut asam nukleat dan bersifat parasite obligat. Reproduksiya melibatkan sel

hidup yang terinfeksi dan mengarahkan reaksi-reaksi sintesis dari sel hidup tersebut untuk memproduksi partikel virus baru.(Pitojo dan Purwantoyo,2003)

c. Algae

Algae atau ganggang adalah organisme sederhana, berbentuk sel Tunggal, tidak berakar, berbatang dan juga tidak berdaun. Komposisi sel ganggang dapat dikatakan dengan rumus empiris  $C_{10}H_{180}O_{45}N_{16}P$ . Ganggang memperoleh energi dari sinar matahari dan menggunakan bahan organik antara lain karbondioksida, ammonia, nitrat dan fosfat untuk sintesis sel yang baru.( Pitojo dan Purwantoyo,2003)

d. Protozoa

Protozoa adalah organisme bersel Tunggal, dan tidak memiliki dinding sel. Kebanyakan dari protozoa adalah bersifat predator, sering kali memakan bakteri.

e. Kapang

Kapang adalah mikroorganisme bersel jamak, bercabang, dan memanfaatkan sisa makanan terlarut di air. Kapang sesuai hidup di limbah mempunyai pH rendah antara 4-5, kadar air rendah, nitrogen rendah dan nutrient tertentu tidak ada, dan tidak aktif di dalam suasana anaerobic. Komposisi sel kapang dapat dinyatakan dengan rumus empiris  $C_{10}H_{17}O_6N$  ( Pitojo dan Purwantoyo,2003 h.40)

## C. Kesadahan

### 1. Pengertian kesadahan

Kesadahan total adalah jumlah dari kesadahan karbonat dan kesadahan non karbonat atau jumlah dari kesadahan Ca dan kesadahan Mg. Kesadahan karbonat dipengaruhi oleh kandungan kalsium karbonat ( $CaCO_3$ ), dan dapat dihilangkan melalui pemanasan sedangkan kesadahan non karbonat dipengaruhi oleh kandungan magnesium dan sifatnya lebih stabil (Joty Atmadjaja 2009)

Menurut Nana Sutresna (2007) kesadahan air di golongkan menjadi dua yaitu kesadahan sementara dan kesadahan tetap

a. Kesadahan sementara

Air bersifat kesadahan sementara jika mengandung ion karbonat ( $\text{HCO}_3^-$ ) atau mengandung senyawa  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ , atau  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ . Air sadah ini di sebut juga air sudah berkabonat

b. Kesadahan tetap

Air bersifat kesadahan tetap jika mengandung anion bukan bikarbonat (dari kation  $\text{Ca}^{2+}$  atau  $\text{Mg}^{2+}$ ). Sehingga di sebut juga air sadah nonbiokarbonat.

Kesadahan air adalah kandungan mineral-mineral yang terdapat di dalam air umumnya mengandung ion  $\text{Ca}^{2+}$  dan  $\text{Mg}^{2+}$ . Kesadahan air ini dapat di lihat pada air Ketika air tersebut di masak, maka akan menimbulkan kerak berwarna putih pada dinding panci dan juga pada saat mencuci, karena busa sabun yang di hasilkan dalam jumlah sedikit (Suparmin, 2011).

Menurut Sutrisno (2006,) kesadahan merupakan sifat air yang di sebabkan oleh adanya ion-ion (kation) logam valensi dua. Ion-ion semacam itu mampu bereaksi dengan sabun membentuk kerak air. Kation-kation penyebab utama dari kesadahan  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{Sr}^{++}$ ,  $\text{Fe}^{++}$ , dan  $\text{Mn}^{++}$ ., sedangkan anion-anion yang bisa terdapat dalam air adalah  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$  dan  $\text{SiO}_3^{2-}$ .

## 2. Penyebab kesadahan

Kesadahan air di sebabkan karena adanya kandungan mineral-mineral yang terdapat di dalam air umumnya mengandung ion-ion calsium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) dan magnesium ( $\text{Mg}^{2+}$ ).

## 3. Dampak kesadahan bagi Kesehatan

Air yang berkapur tentu saja sangat tidak di inginkan dan mempunyai dampak negative. Dampak negative ada dalam jangka Panjang dapat mengakibatkan penyakit

cardiovascular disease ( penyumbatan pembuluh dara di jantung ) dan urolththiasis (batu ginjal).

Menurut Chandra (2007) bahwa air kesadahan sering kali di temukan pada air yang menjadi sumber air baku air bersih dari tanah atau daerah yang tanahnya mengandung deposit garam mineral dan kapur. Air semacam ini memerlukan penanganan khusus. Kesadahan pada air ini dapat terjadi karena air mengandung :

- a. Persenyawaan dari kalsium dan magnesium dengan bikarbonat
- b. Persenyawaan dari kalsium dan magnesium dengan sulfat, nitrat, dan klorida
- c. Garam -garam besi, zink dan silica

Kesadahan air dinyatakan dalam satuan mili gram per liter ( mg/L ) selain itu 1mg/L dari ion penghasil kesadahan pada air sebanding dengan 50 mg  $\text{CaCO}_3$  ( 50 ppm ) di dalam 1 liter air. Berikut ini adalah beberapa Batasan kesadahan pada air yaitu :

- a. Lunak : 0- 50 mg/L
- b. Agak sadah : 51-100 mg/L
- c. Sadah : 101-200 mg/L
- d. Sangat sadah :  $\geq 201$  mg/L

#### **D. Tawas**

Persenyawaan  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  disebut juga tawas, merupakan bahan koagulan yang paling banyak digunakan karena bahan ini paling ekonomis (murah), mudah di dapatkan dipasaran, serta mudah penyimpanannya. Selain itu bahan ini cukup efektif untuk menurunkan kadar karbonat. Dengan demikian semakin banyak dosis tawas yang di tambahkan pH makin turun , karena di hasilkan asam sulfat sehingga perlu di cari dosis tawas optimum yang harus ditambahkan. Pemakain tawas paling efektif antara pH 5,8-7,4.

Untuk pengaturan (menaikkan) pH biasanya ditambahkan larutan kapur  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  atau soda abu ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ).

Senyawa tawas merupakan senyawa Al yang memiliki rumus molekul  $\text{Al}(\text{SO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  senyawa ini di jumpai dengan mudah di pasaran, bermanfaat dalam proses penjernihan air dan industri pencelupan atau pewarna. Aluminium sulfat dapat juga di pakai sebagai bahan pemadam kebakaran tipe busa jika di campur dengan soda  $\text{NaHCO}_3$ . dalam proses penjernihan biasanya di campur dengan air kapur  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ .

Tawas (alum) adalah koagulan dengan rumus kimia  $\text{Al}_2\text{SO}_4 \cdot 11 \text{H}_2\text{O}$  atau  $14 \text{H}_2\text{O}$  atau  $18 \text{H}_2\text{O}$ , umumnya yang digunakan adalah  $18 \text{H}_2\text{O}$ . semakin banyak ikatan molekul hidrat maka semakin banyak ion lawan yang nantinya yang akan di tangkap tetapi umunya tidak stabil.

Tawas adalah senyawa kimia yang mengandung beberapa molekul air, logam, alkali, dan ion sulfat. Jika tawas dipanaskan maka airnya akan menguap, jika air sudah menguap maka terbentuklah kristal. Beberapa contoh tawas adalah  $\text{NaAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  atau natrium aluminium sulfat dodekahidrat, senyawa ini digunakan untuk serbuk pengembang roti. Dan  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  atau kalium aluminium sulfat dodekahidrat, senyawa ini di gunakan untuk pemurnian air oleh Perusahaan daerah air minum, pengolahan limbah dan pemadam api. Senyawa  $\text{NH}_4\text{Al}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  senyawa ini sering digunakan untuk membuat acar ketimun.  $\text{KCr}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  untuk penyamak kulit dan bahan pembuat kain tahan api.  $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot \text{O}$  digunakan untuk mordan pada pewarna tekstil. Tawas juga biasa digunakan oleh PDAM untuk memproses air sungai menjadi air bersih (oleh karena itu disebut juga dengan nama populer alum (Diwarman 2021)).

## **E. Kapur Tohor**

Oates (1998) mendefinisikan kapur sebagai bahan padat yang banyak mengandung kalsium karbonat. Batu kapur merupakan mineral alam yang dapat dikalsinasi menjadi kapur tohor / kalsium oksida, yang merupakan salah satu bahan bangunan yang penting. Bahan ini telah dipakai sejak zaman kuno. Di Indonesia kapur ini juga sudah dikenal lama sebagai bahan ikat, dalam pembuatan tembok, pilar dan sebagainya. (Dahlan dan Dewi, 2023).

## **F. Teknik pengolahan air minum**

Pengolahan air minum merupakan usaha teknis yang dilakukan untuk menghasilkan produk air minum sesuai dengan standar kualitas air minum. Standar kualitas air yang digunakan meliputi standar fisik, kimia, dan biologi. Untuk memenuhi standar tersebut, air tersebut perlu melewati 3 pengolahan, yaitu pengolahan secara fisik, kimiawi dan biologis.

Teknik pengolahan yang dilakukan disesuaikan dengan sumber air yang digunakan sebagai air baku. Penentuan cara pengolahan juga harus memperhatikan baik atau buruk kualitas air baku. Untuk sumber air dengan kualitas air yang baik, seperti air sumur, air pegunungan, cukup dengan cara pengolahan secara biologis atau kimia (pengolahan Sebagian) untuk sumber air dengan kualitas yang kurang baik atau terdapat kemungkinan pencemaran pada sumber air, perlu dilakukan pengolahan secara lengkap (fisik, kimia dan biologi). Menurut Almasyah (2006,) Teknik pengolahan air minum adalah :

### **1. Pengolahan secara fisik**

Pengolahan secara fisik merupakan pengolahan sifat fisik air untuk memenuhi standar fisik sebagai bahan baku air minum yang meliputi bau, rasa, tingkat kejernihan air, jumlah zat yang terlarut, suhu, dan warnanya. Pengolahan secara fisik meliputi beberapa tahapan, yaitu penyaringan, pengendapan, absorpsi, dan adsorpsi.

## 2. Penyaringan filtrasi

Penyaringan atau filtrasi merupakan proses pemisahan padatan yang terlarut di dalam air. Pada proses ini filter berperan memisahkan air dari partikel padatan. Bahan padatan yang di saring untuk di pisahkan dari air antara kayu, daun, pasir, dan lumpur. Media yang di gunakan untuk bahan filter memiliki syarat yaitu pori-pori yang berukuran sesuai dengan ukuran padatan yang akan di saring dan tahan lapuk. Bahan-bahan yang di gunakan sebagai media filter antara lain pasir, ijuk, arang, kerikil dan batu.

### a. Pengendapan

Pengendapan bertujuan untuk memisahkan air dan partikel-partikel padat yang terdapat di dalam air dengan memanfaatkan gaya gravitasi. Benda atau padatan yang berat jenisnya lebih besar dari pada air akan mengendap di dasar bak pengendapan. Proses pengendapan di lakukan dengan dua cara. Pertama dengan mendiamkan air di dalam bak pengendapan selama 5 hari sampai partikel-partikel tersebut mengendap. Kedua dengan caramenambahkan bahan kimia kedalam air yang di tamping di bak pengendapan.

### b. Absorbs

Absorbs merupakan peristiwa penyerapan bahan-bahan tertentu yang terlarut di dalam air. Bahan yang di gunakan untuk menyerap di sebut absorben proses absorbs dapat di lakukan dengan cara memanfaatkan absorben sebagai media dalam filter. Absorben yang umumnya di gunakan dalam proses penjernihan air adalah arbon aktif. Karbon aktif bermacam-macam yang di pakai biasanya adalah arang batok kelapa dan batu bara.

### c. Adsorbs

Adsorbs merupakan proses penangkapan ion-ion yang terdapat di dalam air. Zat penangkapan ion di sebut sebagai adsorpsi. Proses adsorbs di lakukan dengan memanfaatkan adsorben media dalam proses filtrasi.

### **3. Pengolahan secara kimia**

Menurut Alamsya (2006). Pengolahan secara kimia di lakukan dengan cara penambahan bahan-bahan kimia dan perlakuan kimia tertentu sehingga air yang di olah memenuhi standar bakunsifat kimia air layak minum.

Pengolahan secara kimia menurut Alamsya (2006) dapat di lakukan melalui 2 proses koagulasi dan aerasi.

#### **a. Penambahan koagulan**

Penambahan koagulan bertujuan untuk mempercepat proses pengendapan partikel yang tidak dapat mengendap dalam air dengan metode koagulasi. Koagulasi merupakan proses pengumpulan partikel yang larut di dalam air. Bahan yang di gunakan di sebut koagulan. Bahan kimia yang di gunakan sebagai koagulan antara lain kapur, tawas, dan kaporit.

#### **b. Aerasi**

Aerasi merupakan proses penangkapan oksigen ( $O_2$ ) di udara oleh air yang akan di proses. Tujuannya adalah untuk mereaksikan oksigen dengan action-kation besi ( $Fe^{2+}$ ) dan magnesium ( $Mg^{2+}$ ) yang terdapat dalam air

### **4. Pengolahan secara biologis**

Pengolahan secara biologis bertujuan untuk membunuh bakteri-bakteri yang terkandung di dalam air. Pengolahan secara biologi di lakukan melalui pemanasan, penyinaran dengan sinar ultraviolet dan klorinasi (Alamsyah, 2006).

#### **a. Pemanasan**

Pemanasan merupakan cara sederhana untuk membunuh bakteri untuk secara umum, bakteri dan kuman akan mati pada suhu  $100^{\circ}\text{C}$  atau setara dengan air mendidih.

b. Penyinaran dengan sinar ultraviolet

Penggunaan sinar ultraviolet merupakan cara modern membunuh bakteri. Proses sterilisasi dilakukan dengan menyinari air yang akan diolah menggunakan lampu ultraviolet. Penyinaran ultraviolet merupakan cara yang efektif karena dapat membunuh semua bakteri di dalam air.

c. Klorinasi

Proses ini biasanya dilakukan di bak penampungan air tujuannya sama dengan metode sebelumnya, yaitu membunuh jentik, kuman dan bakteri yang hidup di air.

