

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Tinjauan Umum Tentang Air**

##### **1. Pengertian Air**

Air adalah sumber kehidupan. Air memiliki rumus kimia H<sub>2</sub>O, artinya setiap molekul air tersusun atas dua atom hidrogen dan satu atom oksigen. Secara kimia, molekul air bersifat polar, atau memiliki kutub, satu kutub positif dan satunya negatif. Kedua kutub yang berlawanan itu saling menarik sehingga membentuk ikatan hidrogen. Ikatan hidrogen inilah yang menentukan sifat-sifat air (Wiryono, 2013).

Air merupakan penyusun utama tubuh manusia sekitar 60 persen dari berat badan terbuat dari air dan memiliki peran penting sebagai komponen pembangun dalam tubuh. Rata-rata konsumsi air minum pada orang dewasa mencapai 1,5 liter perhari guna memenuhi mekanisme pengaturan keseimbangan air dalam organ-organ tubuh sehingga dapat berfungsi dengan baik (Jéquier dan Constant, 2010).

##### **2. Kualitas Air**

Peraturan Pemerintah No.20 tahun 1990 mengelompokkan kualitas air menjadi beberapa golongan menurut peruntukannya.

- a) Golongan A yaitu air yang dapat digunakan sebagai air minum secara langsung tanpa pengolahan terlebih dahulu.
- b) Golongan B yaitu air yang dapat digunakan sebagai air baku air minum.
- c) Golongan C yaitu air yang dapat digunakan untuk keperluan perikanan dan peternakan.
- d) Golongan D yaitu air yang dapat digunakan untuk keperluan pertanian, usaha di perkotaan, industri, dan pembangkit listrik tenaga air (PLTA).

### **3. Pencemaran Air**

Pencemaran air didefinisikan sebagai perubahan langsung atau tidak langsung terhadap keadaan air yang berbahaya atau berpotensi menyebabkan penyakit atau gangguan bagi kehidupan makhluk hidup. Perubahan langsung dan tidak langsung ini dapat berupa perubahan fisik, kimia, termal, biologi, atau radioaktif. Kualitas air merupakan salah satu faktor dalam menentukan kesejahteraan manusia. Kehadiran bahan pencemar di dalam air dalam jumlah tidak normal mengakibatkan air dinyatakan sebagai terpolusi. Beberapa indikator terhadap pencemaran air dapat diamati dengan melihat perubahan keadaan air dari keadaan yang normal, diantaranya:

- a) Adanya perubahan suhu air.
- b) Adanya perubahan tingkat keasaman, basa dan garam (salinitas) air.
- c) Adanya perubahan warna, bau dan rasa pada air.
- d) Terbentuknya endapan, koloid dari bahan terlarut.
- e) Terdapat mikroorganisme di dalam air (Situmorang, 2012).

### **B. Tinjauan Umum Tentang Air Minum**

#### **1. Pengertian Air Minum**

Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MenKes/Per/IV/2010, air minum adalah air yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum (Permenkes RI, 2010).

#### **2. Syarat Air Minum**

Syarat-syarat air minum menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MenKes/Per/IV/2010 meliputi:

##### **a) Syarat fisik**

Persyaratan fisik untuk air minum yang sehat adalah bening (tidak berwarna), tidak berasa, tidak keruh (jernih), total zat padat terlarut (TDS) maksimum 500 mg/l, suhu udara  $\pm 30^{\circ}\text{C}$ .

b) Syarat mikrobiologis

Air minum tidak boleh mengandung bakteri-bakteri penyakit (patogen) sama sekali dan tidak boleh mengandung bakteri-bakteri golongan coli melebihi batas-batas yang telah ditentukan yaitu 0/100 ml air.

Air yang mengandung golongan coli dianggap telah terkontaminasi (berhubungan) dengan kotoran manusia. Dengan demikian dalam pemeriksaan bakteriologis, tidak langsung diperiksa apakah air itu mengandung bakteri patogen, tetapi diperiksa dengan indikator bakteri golongan Coli (Sutrisno dan Suciastuti, 2010).

c) Syarat kimiawi

Air minum tidak boleh mengandung racun, zat-zat mineral, atau zat-zat kimia tertentu dalam jumlah melampaui batas yang telah ditentukan dalam Permenkes. Adapun untuk syarat kimiawi air minum terdiri dari kimia organik, aluminium, besi, kesadahan, klorida, mangan, pH, seng, sulfat, tembaga, dan amonia (Natalia, Harninabintari dan Mustikaningtyas, 2014).

### **3. Macam-Macam Air Minum**

a) Air mineral

Air mineral adalah air yang berbeda dengan air minum biasa karena kandungan garam-garam mineralnya lebih tinggi, air ini diperoleh langsung dari alam. Harga jual prodak air mineral cukup mahal.

b) Air minum dalam kemasan (AMDK)

AMDK didefinisikan sebagai air yang telah diproses, dikemas dan aman diminum, harga jual AMDK berbeda-beda.

c) Air minum isi ulang

Air minum isi ulang merupakan air yang diproses melalui proses ultraviolet (UV), reverse osmosis (RO), hexagonal, dan ozonisasi (Adelina, Winarsih dan Setyorini, 2012).

## **C. Tinjauan Umum Tentang Depot Air Minum**

### **1. Pengertian Depot Air Minum**

Depot air minum adalah usaha industri yang melakukan proses pengolahan air baku menjadi air minum dan menjual langsung kepada konsumen. Proses pengolahan air pada depot air minum pada prinsipnya adalah filtrasi (penyaringan) dan desinfeksi. Proses filtrasi dimaksudkan selain untuk memisahkan kontaminan tersuspensi juga memisahkan campuran yang berbentuk koloid termasuk mikroorganisme dari dalam air, sedangkan desinfeksi dimaksudkan untuk membunuh mikroorganisme yang tidak tersaring pada proses sebelumnya (Joko, 2010).

### **2. Bahan baku dan Peralatan Produksi**

Keputusan Menperindag Republik Indonesia Nomor 651/MPP/Kep/10/2004 tentang Persyaratan Teknis Depot Air Minum dan Perdagangannya, urutan proses produksi air minum di depot air minum adalah sebagai berikut:

#### **a) Bahan Baku**

Bahan baku utama yang digunakan adalah air yang diambil dari sumber yang terjamin kualitasnya, untuk itu beberapa hal yang harus dilakukan untuk menjamin mutu air baku meliputi:

- 1) Sumber air baku harus terlindung dari cemaran kimia dan mikrobiologi yang bersifat merusak/mengganggu kesehatan
- 2) Air baku diperiksa secara berkala terhadap pemeriksaan organoleptik (bau, rasa, warna), fisika, kimia dan mikrobiologi.

#### **b) Peralatan Produksi**

Peralatan produksi yang digunakan dalam Depot Air Minum terdapat beberapa hal yang harus diperhatikan yaitu:

- 1) Bahan mesin dan peralatan Seluruh mesin dan peralatan yang kontak langsung dengan air harus terbuat dari bahan tara pangan (*food grade*), tahan korosi dan tidak bereaksi dengan bahan kimia.
- 2) Jenis mesin dan peralatan.

Mesin dan peralatan dalam proses produksi di Depot Air Minum sekurang-kurangnya terdiri dari: bak atau tangki penampung air baku serta unit pengolahan air (*water treatment*) terdiri dari:

- a. Prefilter (saringan pasir = *sand filter*) fungsi prefilter adalah menyaring partikel-partikel yang kasar, dengan bahan dari pasir atau jenis lain yang efektif dengan fungsi yang sama.
  - b. Carbon filter fungsi carbon filter adalah sebagai penyerap bau, rasa, warna, sisa khlor dan bahan organik.
  - c. Filter lain fungsi filter ini adalah sebagai saringan halus berukuran maksimal 10 (sepuluh) micron, dimaksudkan untuk memenuhi persyaratan tertentu.
  - d. Alat desinfektan (ozonisasi dan atau UV dengan panjang gelombang 254 nm atau 2537 A). fungsi desinfektan adalah untuk membunuh kuman patogen.
- 3) Alat pengisian.

Mesin dan alat untuk memasukkan air minum ke dalam wadah.

### **3. Proses Produksi Depot Air Minum**

Menurut Keputusan Menperindag Republik Indonesia Nomor 651/MPP/Kep/10/2004 tentang Persyaratan teknis depot air minum dan perdagangannya, urutan proses produksi air minum di depot air minum adalah sebagai berikut:

- a) Penampungan air baku dan syarat bak penampung

Air baku yang diambil dari sumbernya diangkut dengan menggunakan tangki dan selanjutnya ditampung dalam bak atau tangki penampung (*reservoir*). Bak penampung harus dibuat dari bahan tara pangan (*food grade*), harus bebas dari bahan-bahan yang dapat mencemari air. Tangki pengangkutan harus dibersihkan, di sanitasi dan desinfeksi bagian luar dan dalam minimal tiga bulan sekali.

b) Penyaringan bertahap terdiri dari:

- 1) Saringan berasal dari pasir atau saringan lain yang efektif dengan fungsi yang sama. Fungsi saringan pasir adalah menyaring partikel-partikel yang kasar. Bahan yang dipakai adalah butir-butir silica ( $\text{SiO}_2$ ) minimal 80%.
- 2) Saringan karbon aktif yang berasal dari batu bara atau batok kelapa berfungsi sebagai penyerap bau, rasa, warna, sisa khlor dan bahan organik. Daya serap terhadap iodine ( $\text{I}_2$ ) minimal 75%.
- 3) Saringan/filter lainnya yang berfungsi sebagai saringan halus berukuran maksimal 10 (sepuluh) mikron.

c) Desinfeksi

Desinfeksi dilakukan untuk membunuh kuman patogen. Proses desinfeksi dengan menggunakan ozon ( $\text{O}_3$ ) berlangsung dalam tangki atau alat pencampur ozon lainnya dengan konsentrasi ozon minimal 0,1 ppm dan residu ozon sesaat setelah pengisian berkisar antara 0,06-0,1 ppm. Tindakan desinfeksi selain menggunakan ozon, dapat dilakukan dengan cara penyinaran ultra violet (UV) dengan panjang gelombang 254 nm atau kekuatan 2537 A dengan intensitas minimum 10.000 mw detik per  $\text{cm}^2$ .

#### **D. Tinjauan Umum Tentang Bakteri Patogen Pada Air**

Pada umumnya sarana air di alam mengandung kuman, seperti air hujan, air tanah, air danau maupun air sungai. Jumlah dan jenis bakteri bervariasi dan berbeda sesuai dengan tempat

dan kondisi yang mempengaruhinya. Karena itu, air yang dipergunakan untuk keperluan sehari-hari sebagai air minum harus bebas dari kuman-kuman yang disebabkan oleh bakteri.

## 1. Pengertian Bakteri Coliform

Bakteri coliform merupakan bakteri gram negatif yang heterogen dengan habitat alaminya adalah di saluran cerna manusia dan hewan. Familinya terdiri dari beberapa genus diantaranya *Escherichia*, *Shigella*, *Salmonella*, *Enterobacter*, *Proteus* dan lain-lain. Golongan bakteri coliform adalah *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Escherichia coli*, dan *Klebsiella*. Bakteri coliform fakultatif aerob maupun anaerob dan dapat memfermentasikan karbohidrat serta menghasilkan toksin dan faktor virulensi lainnya. Bakteri coliform adalah suatu kelompok bakteri yang digunakan sebagai indikator adanya polusi dan kondisi yang tidak baik terhadap makanan dan minuman.



(Sumber: [jabar.tribunnews.com](http://jabar.tribunnews.com))

Gambar 1 Bakteri Coliform

Adanya bakteri coliform dapat menjadi indikator dari kontaminasi fekal. *Escherichia coli* (*E.coli*), bakteri yang banyak ditemukan di usus manusia merupakan indikator adanya kontaminasi fekal dari manusia. Selain *Escherichia coli*, coliform lainnya seperti *Enterobacter aerogenes*, berasal dari non-fecal mungkin ditemukan dalam sampel air (BPOM RI, 2008).

## 2. Pengertian Bakteri *Escherichia coli*

Bakteri *Escherichia coli* praktis selalu ada dalam saluran pencernaan hewan dan manusia karena secara alamiah *Escherichia coli* merupakan salah satu penghuni tubuh. *Escherichia coli* merupakan mikroorganisme yang dipakai sebagai indikator untuk menguji adanya pencemaran air oleh tinja. Meskipun *Escherichia coli* merupakan mikroorganisme

indikator yang dipakai di dalam analisis air untuk menguji adanya pencemaran oleh tinja, tetapi penyebarannya tidak selalu melalui air, melainkan disebarkan melalui kegiatan tangan ke mulut atau dengan pemindahan pasif melalui makanan atau minuman (Sari, 2016).

Bakteri *Escherichia coli* merupakan bakteri Gram negatif berbentuk batang pendek yang memiliki panjang sekitar 2  $\mu\text{m}$ , diameter 0,7  $\mu\text{m}$ , lebar 0,4-0,7 $\mu\text{m}$  dan bersifat anaerob fakultatif. *Escherichia coli* membentuk koloni yang bundar, cembung, dan halus dengan tepi yang nyata.

Adanya *Escherichia coli* dalam air minum menunjukkan bahwa air minum itu pernah terkontaminasi feses manusia dan mungkin dapat mengandung patogen usus. Oleh karena itu, standar air minum mensyaratkan *Escherichia coli* harus nol dalam 100 ml (Irianto, 2013).

### **3. Pemeriksaan Bakteri/Mikroorganisme Pada air Minum**

Pada pemeriksaan bakteriologis yang rutin terhadap air untuk menentukan aman tidaknya air tersebut untuk diminum seringkali digunakan organisme indikator, yang seringkali digunakan sebagai organisme indikator di Indonesia adalah *E. coli*. Sedangkan di Inggris yang digunakan sebagai indikatornya adalah *Clostridium perfringens*, dan di USA adalah *Streptococcus faecalis*.

*Escherichia coli* atau yang sering disingkat *E. coli* merupakan bakteri yang secara normal berada pada tubuh manusia maupun hewan berdarah panas khususnya pada saluran pencernaan. Bakteri ini akan menjadi patogen apabila jumlahnya meningkat pada saluran pencernaan atau apabila bakteri ini berada diluar usus (Hutasoit, 2020).

## **E. Metode dan Uji Bakteriologis Air Minum**

### **1. Metode Most Probable Number (MPN)**

Metode yang digunakan untuk uji kualitas bakteriologis air minum adalah metode Most Probable Number (MPN). MPN digunakan untuk mengetahui jumlah coliform dalam uji kualitas air. Metode MPN merupakan salah satu teknik menghitung jumlah mikroorganisme

per mili bahan yang digunakan sebagai media biakan. Perhitungan didasarkan pada tabung yang positif, yaitu tabung menunjukkan pertumbuhan mikroba setelah diinkubasi pada suhu dan waktu tertentu dan dapat diketahui dari gelembung gas yang dihasilkan pada tabung Durham (Waluyo, 2010).

Sampel ditumbuhkan pada seri tabung sebanyak 3 atau 5 buah tabung untuk setiap kelompok. Apabila dipakai 3 tabung maka disebut seri 3, yaitu uji yang biasa digunakan pada air bersih, dan jika dipakai 5 tabung maka disebut seri 5, yaitu uji yang biasa digunakan untuk uji air minum. Metode MPN terdiri dari 3 tahapan, yaitu uji pendahuluan (Presumptive Test), uji penguat (Confirmed Test), dan uji kelengkapan (Completed test).

a. Uji pendahuluan (Presumptive Test).

Uji pendahuluan merupakan uji penduga tentang ada tidaknya kehadiran bakteri coliform berdasarkan terbentuknya asam dan gas yang disebabkan karena fermentasi laktosa oleh bakteri golongan coliform. Terbentuknya asam dilihat dari kekeruhan pada media laktosa dan gas yang dihasilkan, dapat dilihat dalam tabung durham berupa gelembung udara. Tabung dinyatakan positif jika terbentuk gas sebanyak 10% atau lebih dari volume di dalam tabung durham. Jumlah tabung yang positif di hitung pada masing-masing seri. MPN penduga dapat dihitung dengan melihat tabel MPN (Waluyo, 2010).

b. Uji penegasan (Confirmed Test).

Uji penegasan ini bertujuan untuk menguji kembali kebenaran adanya coliform dengan bantuan media selektif, yang menegaskan hasil positif dari uji pendugaan, media yang digunakan adalah Brilliant Green Laktose Bile Broth (BGLBB), yang nantinya akan membentuk asam dan gas dalam waktu 24-48 jam (Boekosono dan Hakim, 2010).

Selain itu dapat digunakan juga media Eosin Methylene Blue Agar (EMB) Agar. EMB mengandung indikator metilen blue yang menghambat pertumbuhan Gram positif. Uji positif ditunjukkan apabila koloni bakteri yang tumbuh berwarna hijau metalik dan

mengkilap. Uji positif ini merupakan karakteristik khas dari E.coli (Manik dan Ristiati, 2004)

c. Uji Pelengkap (Completed Test).

Pengujian selanjutnya dilanjutkan dengan uji pelengkap untuk menentukan bakteri Escherichia coli. Dari tabung yang positif terbentuk gas suspense ditanamkan pada media Eosin Methylen Blue (EMBA) secara aseptis dengan menggunakan jarum inokulasi. Koloni bakteri Escherichia coli tumbuh berwarna kehijauan dengan kilat logam. Mikroskopis pewarnaan Gram menunjukkan Gram negatif berbentuk basil (Manik dan Ristiati, 2004).