

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Tinjauan Pustaka

##### 2.1.2 Air Minum

Manusia membutuhkan air untuk berbagai macam keperluan, seperti mandi, memasak dan yang paling penting untuk konsumsi sehari-hari (Pradana dan Bowo, 2013). Air merupakan suatu kebutuhan yang tidak dapat ditinggalkan untuk kehidupan manusia. Bukan hanya jumlahnya yang penting, tetapi juga mutu air diperlukan untuk penggunaan tertentu. Air yang dapat diminum dapat diartikan sebagai air yang bebas dari bakteri yang berbahaya dan ketidakmurnian secara kimiawi. Air minum harus bersih dan jernih, tidak berwarna dan tidak berbau, dan tidak mengandung bahan tersuspensi atau kekeruhan (*Buckle et al.*, 2009)

Menurut Sandra dan Lilis (2007) menyatakan bahwa air minum merupakan air yang dapat diminum langsung tanpa dimasak terlebih dahulu. Sedangkan air bersih merupakan air yang digunakan keperluan sehari-hari, memenuhi syarat kesehatan dan dapat diminum setelah dimasak terlebih dahulu.

Penyediaan air bersih, selain kuantitasnya, kualitasnya pun harus memenuhi standar yang berlaku. Untuk itu perusahaan air minum selalu memeriksa kualitas airnya sebelum didistribusikan pada pelanggan, karena air baku belum tentu memenuhi standar, maka perlu dilakukan pengolahan agar memenuhi standar air minum. Air minum yang ideal harus jernih, tidak berwarna, tidak berbau dan tidak berbau dan tidak mengandung kuman patogen. Air seharusnya tidak korosif, tidak meninggalkan endapan pada seluruh jaringan distribusinya. Pada hakekatnya persyaratan ini dibuat untuk mencegah terjadinya serta meluasnya penyakit bawaan air atau *water borne diseases* (Kharismajaya, 2013).

Air adalah salah satu dari materi yang dibutuhkan untuk menjaga kelangsungan hidup makhluk hidup dan juga menjadi salah satu sumber penyebab dari penyakit yang menyerang manusia. Hal utama yang perlu diperhatikan dalam mengolah air yang akan dikonsumsi adalah menyediakan air yang aman dikonsumsi dari segi kesehatan. Sumber air, baik air permukaan

maupun air tanah, akan terus mengalami peningkatan kontaminasi pencemar disebabkan meningkatnya aktivitas pertanian dan industri. Air hasil produksi yang diharapkan konsumen adalah air yang bebas dari warna, kekeruhan, rasa, bau, nitrat, ion logam berbahaya dan berbagai macam senyawa kimia organik seperti pestisida dan senyawa terhalogenasi. Permasalahan kesehatan yang berkaitan dengan kontaminan tersebut diatas meliputi kanker, gangguan pada bayi yang lahir, kerusakan jaringan saraf pusat, dan penyakit jantung (Sawyer, 1994).

Menurut Soetomo (2003) bahwa sekarang ini kebutuhan air bagi masyarakat dipasok oleh PDAM (Perusahaan Daerah Air Minum) yang merupakan Badan Usaha Milik Daerah. Selain itu, air minum masyarakat juga berasal dari perusahaan swasta yaitu air minum dalam kemasan (AMDK), yang tergabung dalam Asosiasi Perusahaan Air Minum Dalam Kemasan Indonesia (Aspadin), dan air minum yang diproduksi oleh depo-depo yang tergabung dalam asosiasi Pengusaha depot air (Aspada).

### **2.1.3 Jenis Air Minum**

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI No.907/MENKES/SK/VII/2002 tentang Syarat-Syarat dan Pengawasan Kualitas Air Minum, Jenis air minum meliputi :

1. Air yang didistribusikan melalui pipa untuk keperluan rumah tangga.
2. Air yang didistribusikan melalui tangki air.
3. Air kemasan.
4. Air yang digunakan untuk produksi bahan makanan dan minuman yang disajikan kepada masyarakat harus memenuhi syarat kesehatan air minum.

Air minum harus steril (tidak mengandung hama penyakit apapun) dan harus memenuhi syarat agar tidak menyebabkan gangguan kesehatan. Di Indonesia standar air minum yang berlaku dapat dilihat pada Peraturan Menteri Kesehatan RI NO.492/MENKES/PER/IV/2010 yang meliputi parameter fisika, mikrobiologi, kimiawi dan radioaktivitas (Mulia,2005).

#### **2.1.4 Sumber Air Minum**

Menurut Chandra (2006), air yang diperuntukkan bagi konsumsi manusia harus berasal dari sumber yang bersih dan aman. Batasan-batasan sumber air yang bersih dan aman tersebut antara lain :

- a. Bebas dari kontaminasi kuman atau bibit penyakit
- b. Bebas dari substansi kimia yang berbahaya dan beracun.
- c. Tidak berasa dan tidak berbau.
- d. Dapat dipergunakan untuk mencukupi kebutuhan domestik dan rumah tangga.
- e. Memenuhi standar minimal yang ditentukan oleh WHO atau Departemen Kesehatan

Kebutuhan penduduk terhadap air minum dapat dipenuhi melalui air yang dilayani oleh sistem perpipaan (PAM), air minum dalam kemasan (AMDK) maupun depot air minum. Selain itu, air tanah dangkal dari sumur-sumur gali atau pompa serta air hujan diolah oleh penduduk menjadi air minum setelah dimasak terlebih dahulu. Di negara-negara maju, air PAM aman untuk langsung diminum, sedang sumber air minum lainnya harus lebih dahulu disaring, atau melakukan fluoridaasi dengan flour. Seiring berkembangnya zaman, untuk memenuhi kebutuhan akan air minum kebanyakan masyarakat beralih pada air minum isi ulang. Harganya yang murah dan sifatnya yang praktis karena tanpa harus dimasak lagi, membuat air minum isi ulang telah banyak diminati masyarakat (Depkes RI, 2006).

Sumber air minum harus dijaga agar tidak tercemar kotoran manusia yang merupakan sumber patogen penyebab penyakit. Karena itu sebelum ditetapkan sebagai air minum, air harus memenuhi persyaratan sebagai air minum, dan harus diketahui asal sumber airnya, dan cara pengolahan yang sudah dilakukan terhadap air baku berasal dari sumber air tersebut (Soedarto,2013).

#### **2.1.5 Persyaratan Kualitas Air Minum**

Air minum yang diperlukan untuk konsumsi masyarakat harus memenuhi syarat fisik, kimiawi, bakteriologis/mikrobiologi dan radioaktivitas, sebab air baku belum tentu memenuhi standar air minum. Kualitas air yang digunakan sebagai sebaiknya memenuhi Persyaratan Permenkes RI No. 492/Menkes/Per/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum yang meliputi :

## 1. Parameter wajib

### a. Persyaratan Fisik

Air yang berkualitas baik harus memenuhi persyaratan fisik yaitu: tidak berasa, tidak berbau, tidak berwarna (maksimal 15 TCU), suhu udara maksimum  $\pm 3^{\circ}\text{C}$ , dan tidak keruh (maksimum 5 NTU)

### b. Persyaratan mikrobiologi

Syarat mutu air minum sangat ditentukan oleh kontaminasi kuman *Escherichia coli* dan *total bakteri coliform*, sebab keberadaan bakteri *Escherichia coli* merupakan indikator terjadinya pencemaran tinja dalam air. Standar kandungan *Escherichia coli* dan *total bakteri coliform* dalam air minum 0 per 100 ml sampel.

## 2. Parameter Tambahan

### a. Persyaratan Kimia

Air minum yang akan dikonsumsi tidak mengandung bahan-bahan kimia (organik, anorganik, pestisida dan desinfektan) melebihi ambang batas yang telah ditetapkan, sebab akan menimbulkan efek kesehatan bagi tubuh konsumen.

### b. Persyaratan Radioaktivitas

Air minum tidak boleh mengandung zat yang menghasilkan sinar  $\alpha$  melebihi 0,1 Bq/l (bequerel/liter), aktivitas  $\beta$  1,0 Bq/l.

### 2.1.6 Air Minum Isi Ulang

Air Minum Isi Ulang adalah air yang sudah diolah yang berasal dari mata air, yang telah melewati tahapan dalam membersihkan kandungannya dari segala kuman dan bakteri yang terkandung didalamnya tanpa harus dimasak (cara tradisional), sehingga air tersebut dapat langsung diminum, dan hal ini dapat dilakukan secara terus menerus, mengapa dinamakan air minum isi ulang (AMIU) karena konsumen yang mengkonsumsi air yang telah melalui proses ini biasanya menggunakan Galon air dari beberapa merk, sehingga dinamakan air isi ulang.

Proses pengolahan air minum isi ulang yang saat ini dilakukan diberbagai depot yang ada di masyarakat yaitu proses ozonisasi, ultraviolet (UV), dan *reversed osmosis* (RO) (Latief, 2012). 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 (Athena, 2004 dalam Pradana dan Bowo, 2013).

Ma'roef (1998) menyatakan bahwa tahap pengolahan Air Minum Isi Ulang adalah sebelum digunakan untuk mengisi galon, air baku akan melalui beberapa proses. Mula-mula air baku dari tangki penampung akan melewati filter dari bahan silika untuk menyaring partikel kasar. Setelah itu memasuki karbon aktif untuk menghilangkan bau.

Tahap berikutnya adalah air disaring dengan saringan berukuran 0,3 mikron lalu ke saringan 0,1 mikron untuk menahan bakteri. Air yang telah bebas dari bau dan bakteri tersebut kemudian ditampung di tabung khusus yang berukuran lebih kecil dibanding tabung penampung air baku. Selanjutnya adalah tahap mematikan mikroorganisme yang mungkin masih tersisa. Untuk mematikan mikroorganisme, instalasi air minum isi ulang banyak menggunakan sistem lampu sinar ultra violet (UV) (Ma'roef, 1998).

## **2.2 Depot Air Minum**

### **2.2.1 Pengertian Depot Air Minum**

Depot air minum (DAM) adalah usaha yang melakukan proses pengolahan air baku menjadi air minum dalam bentuk curah dan menjual langsung kepada konsumen (Permenkes RI, 2014). Proses pengolahan air pada prinsipnya harus mampu menghilangkan semua jenis polutan, baik fisik, kimia maupun mikrobiologi. Depot air minum harus menjamin standar baku mutu atau persyaratan kualitas air minum sesuai ketentuan peraturan perundang-undangan serta memenuhi persyaratan higiene sanitasi dalam pengelolaan air minum (Permenkes RI, 2014).

## 2.2.2 Peralatan Depot Air Minum

Menurut Purba (2011), alat yang digunakan untuk mengolah air baku menjadi air minum pada depot air minum isi ulang adalah :

### 1. *Storage Tank*

Storage tank berguna sebagai penampungan air baku yang dapat menampung air sebanyak 3000 liter

### 2. *Stainless Water Pump*

Stainless Water Pump berguna sebagai pemompa air baku dari tempat storage tank kedalam tabung filter

### 3. Tabung Filter

Tabung Filter mempunyai 3 (tiga) fungsi, yaitu :

a. Tabung yang pertama adalah *active sand media filter* untuk menyaring partikel-partikel yang kasar dengan bahan dari pasir atau jenis lain yang efektif dengan fungsi yang sama.

b. Tabung yang kedua adalah *anthracite filter* yang berfungsi untuk menghilangkan kekeruhan dengan hasil yang maksimal dan efisien.

c. Tabung yang ketiga adalah *granular active carbon media filter* merupakan karbon filter yang berfungsi sebagai penyerap debu, rasa, warna, sisa khlor dan bahan organik.

### 4. *Mikro Filter*

Mikro Filter merupakan saringan yang terbuat dari *polypropylene* yang berfungsi untuk menyaring partikel air dengan diameter 10 mikron, 5 mikron, 1 mikron dan 0,4 mikron dengan maksud untuk memenuhi persyaratan air minum.

### 5. *Flow Meter*

Flow Meter digunakan untuk mengukur air yang mengalir kedalam galon isi ulang.

### 6. Lampu ultraviolet dan ozon

Lampu ultraviolet dan ozon berguna sebagai desinfeksi pada air yang telah diolah.

### 7. Galon isi ulang

Galon isi ulang berfungsi sebagai wadah atau tempat untuk menampung atau menyimpan air minum didalamnya.

Pengisian wadah dilakukan dengan menggunakan alat dan mesin serta dilakukan dalam tempat pengisian yang higienis.

### 2.2.3 Proses Produksi Depot Air Minum

Menurut Keputusan Menperindag RI 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 :

#### 1. 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 mempunyai persyaratan yang terdiri atas :

- a. Khusus digunakan untuk air minum.
- b. Mudah dibersihkan serta di desinfektan dan diberi pengaman.
- c. Harus mempunyai *manhole*.
- d. Pengisian dan pengeluaran air harus melalui kran.
- e. Selang dan pompa yang dipakai untuk bongkar muat air baku harus diberi penutup yang baik, disimpan dengan aman dan dilindungi dari kemungkinan kontaminasi. Tangki, galang, pompa dan sambungan harus terbuat dari bahan tara pangan (*food grade*), tahan korosi dan bahan kimia yang dapat mencemari air. Tangki pengangkutan harus dibersihkan, disanitasi dan desinfeksi bagian luar dan dalam minimal 3 (tiga) bulan sekali. Air baku harus diambil sampelnya, yang jumlahnya cukup mewakili untuk diperiksa terhadap standart mutu yang telah ditetapkan oleh Menteri Kesehatan.

#### 2. Penyaringan bertahap terdiri dari :

- a. 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%.
- b. 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%.

c. Saringan/Filter lainnya yang berfungsi sebagai saringan halus berukuran maksimal 10 (sepuluh) micron.

#### **2.2.4 Desinfeksi**

Desinfeksi adalah usaha untuk mematikan mikroorganisme yang masih tersisa dalam proses, terutama ditujukan kepada mikroorganisme patogen. Proses desinfeksi dengan menggunakan ozon ( $O_3$ ) 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  $2537^\circ A$  dengan intensitas minimum 10.000 mw detik per  $cm^2$ .

##### a. Pembilasan, Pencucian dan Sterilisasi Wadah

Wadah yang dapat digunakan adalah wadah yang terbuat dari bahan tara pangan (*food grade*) seperti stainless stell, poly carbonat atau poly vinyl carbonat dan bersih. Depot air minum wajib memeriksa wadah yang dibawa konsumen, dan menolak wadah yang dianggap tidak layak untuk digunakan sebagai tempat air minum. Wadah yang akan diisi harus di sanitasi dengan menggunakan ozon ( $O_3$ ) atau air ozon (air yang mengandung ozon). Bilamana dilakukan pencucian maka harus dilakukan dengan menggunakan berbagai jenis deterjen tara pangan (*food grade*) dan air bersih dengan suhu berkisar  $60-85^\circ C$ , kemudian dibilas dengan air minum atau air produk secukupnya untuk menghilangkan sisa-sisa deterjen yang dipergunakan untuk mencuci.

##### b. Pengisian

Pengisian wadah dilakukan dengan menggunakan alat dan mesin serta dilakukan dalam tempat pengisian yang higienis

##### c. Penutupan

Penutupan wadah dapat dilakukan dengan tutup yang dibawa konsumen atau yang disediakan oleh depot air minum.

#### **2.2.5. Proses Desinfeksi pada depot Air Minum**

Proses pengolahan air minum di depot-depot air minum isi ulang yang saat ini beredar di masyarakat terdiri dari proses ozonisasi, proses ultraviolet (UV), dan proses *reversed osmosis* (RO).

## 1. Ozonisasi

Ozon merupakan oksidan kuat yang mampu membunuh bakteri patogen, termasuk virus. Keuntungan penggunaan ozon adalah pipa, peralatan dan kemasan akan ikut disanitasi sehingga produk yang dihasilkan akan lebih terjamin selama tidak ada kebocoran di kemasan, ozon merupakan bahan sanitasi air yang efektif disamping sangat aman (Sembiring, 2008).

Proses ozonasi adalah kandungan oksigen di udara, diambil dan dilewatkan melalui loncatan arus listrik sehingga secara alami akan berubah menjadi zat bernama ozon. Ozon ini kemudian disemprotkan ke dalam air. Segala macam makhluk hidup mikro yang terkandung dalam air ini tiba-tiba akan berada dalam lingkungan air yang penuh dengan ozon, sehingga sel-sel mereka menjadi rusak dan mati.

Daya rusak ozon terhadap kandungan makhluk hidup mikro dalam air ini tentunya tergantung dari daya kelarutan ozon dalam air tersebut, yang tentunya tergantung dari kandungan oksigen dalam air tersebut karena pada dasarnya ozon hanya „menempati“ tempat-tempat kosong yang seharusnya diisi oksigen karena ozon sendiri cukup berbahaya bagi tubuh manusia bila masuk ke dalam tubuh, maka setelah membunuh makhluk hidup mikro, dilakukan proses pemberian sinar ultraviolet kedalam air yang mengalir untuk merusak ozon dan mengurainya menjadi oksigen kembali yang terlarut dalam air (Pitoyo, 2005).

## 2. Ultraviolet (UV)

Salah satu metode pengolahan air adalah dengan penyinaran sinar ultraviolet dengan panjang gelombang pendek yang memiliki daya inti mikroba yang kuat. Cara kerjanya adalah dengan absorpsi oleh asam nukleat tanpa menyebabkan terjadinya kerusakan pada permukaan sel. Air dialirkan melalui tabung dengan lampu ultraviolet berintensitas tinggi, sehingga bakteri terbunuh oleh radiasi sinar ultraviolet, harus diperhatikan bahwa intensitas lampu ultraviolet yang dipakai harus cukup, untuk sanitasi air yang efektif diperlukan intensitas sebesar 30.000 MW sec/cm<sup>2</sup> (*Mikro Watt* per sentimeter persegi).

Radiasi sinar ultraviolet dapat membunuh semua jenis mikroba bila intensitas dan waktunya cukup, tidak ada residu atau hasil samping dari proses penyinaran dengan ultraviolet, namun agar efektif, lampu ultraviolet (UV) harus dibersihkan secara teratur dan harus diganti paling lama satu tahun. Air yang

akan disinari dengan UV harus tetap melalui filter halus dan karbon aktif untuk menghilangkan partikel tersuspensi, bahan organik, Fe atau Mn jika konsentrasinya cukup tinggi (Sembiring, 2008).

### **3. *Reversed Osmosis (RO)***

Menurut Syafran (dalam Sembiring, 2008) *Reversed Osmosis (RO)* adalah suatu proses pemurnian air melalui membran semipermeabel dengan tekanan tinggi (50-60 psi). Membran semipermeabel merupakan selaput penyaring skala molekul yang dapat ditembus oleh molekul air dengan mudah, akan tetapi tidak dapat atau sulit dilalui oleh molekul lain yang lebih besar dari molekul air.

Membran reversed osmosis menghasilkan air murni 99,99%. Diameternya lebih kecil dari 0,0001 mikron (500.000 kali lebih kecil dari sehelai rambut). Fungsinya adalah untuk menyaring mikroorganisme seperti bakteri maupun virus.

Secara singkat, analogi proses R.O adalah sebagai berikut : air yang akan disaring ditekan dengan tekanan tinggi melewati membran semipermeable sehingga yang menembus hanya air murni sedang kandungan cemaran yang semakin tinggi kemudian dialirkan keluar atau dibuang. Inilah istimewanya apa yang disebut sebagai membran semipermeable, yang secara alami memiliki sifat seolah-olah menyeragamkan konsentrasi larutan air yang berbeda-beda. Sitem pengolahan air sangat tergantung pada kualitas air baku yang akan diolah.

Air baku yang buruk, seperti kandungan khlorida dan TDS yang tinggi, membutuhkan pengolahan dengan sistem RO sehingga TDS yang tinggi dapat diturunkan atau dihilangkan (Pitoyo, 2005).

### **2.3 Bakteri**

Nama bakteri berasal dari kata “bakterion” (bahasa Yunani) yang berarti tongkat atau batang. Sekarang nama itu dipakai untuk menyebut sekelompok mikroorganisme yang bersel satu. Berkembang biak dengan membelah diri dan ukurannya sangat kecil sehingga hanya bisa dilihat dengan menggunakan mikroskop. Berdasarkan bentuk morfologinya, bakteri dibagi atas tiga golongan yaitu :

1. Golongan Basil

Berbentuk serupa tongkat pendek, silindris. Basil dapat bergandengan panjang, bergandengan dua-dua, atau terlepas satu sama lain. Basil bergandengan-gandengan panjang disebut streptobasil, yang bergandengan-gandengan dua-dua disebut diplobasil.

## 2. Golongan Kokus

Bakteri yang bentuknya seperti bola-bola kecil. Kokus ada yang bergandengan-gandengan panjang serupa rantai disebut streptokokus, ada yang berkelompok berempat disebut tetrakokus, kokus yang berkelompok atau bergerombol seperti buah anggur disebut stafilokokus, sedangkan kokus yang berkelompok serupa kubus disebut sarcinae.

## 3. Golongan Spiral

Bakteri yang bengkok-bengkok seperti spiral.

## **2.4 Air Sebagai Penular Penyakit**

Temperatur yang optimum sepanjang tahun di Indonesia ini menyebabkan air di alam terbuka selalu mengandung mikroorganisme. Air yang menghi jau disebabkan karena banyaknya alga yang tumbuh, air seperti ini tidak baik bagi kesehatan manusia. Hasil metabolisme alga sering memberikan bau-bauan tertentu kepada air. Sel-sel ganggang yang telah mati merupakan persediaan makanan bagi bakteri patogen, meskipun bakteri patogen itu umumnya tidak dapat bertahan lama di dalam perairan bebas. Namun air dapat menjadi penular berbagai penyakit seperti:

### 1. Tifus

Tifus merupakan salah satu penyakit infeksi akut yang dapat menjangkit seseorang akibat bakteri salmonella typhi. Tifus dapat terjadi karena kurangnya pemeliharaan kebersihan lingkungan. Selain itu makanan tidak higienis yang dikonsumsi juga menjadi salah satu faktor penyebab tifus. Bukan hanya menular melalui air namun penyakit tifus juga dapat menular melalui makanan yang telah tercemar oleh air seni ataupun tinja dari penderita. Dalam hal ini lalat serta kecoa dapat menjadi perantara melalui kotoran yang mereka bawa. Penularan kuman melalui mulut, pada akhirnya akan masuk ke lambung lalu menuju kelenjar limfoid usus kecil dan masuk pada sistem peredaran darah manusia.

### 2. Kolera

Penyakit ini merupakan salah satu jenis penyakit menular yang disebabkan oleh bakteri vibrio cholera. Bakteri yang satu ini dapat masuk melalui air minum yang tidak disanitasi dengan baik ke dalam tubuh. Di dalam tubuh, Vibrio cholerae dapat mengeluarkan racun yang dapat menyebabkan usus halus melepaskan cairan garam dalam jumlah yang besar di dalam tubuh. Bakteri ini tergolong bakteri yang sensitif pada asam lambung sehingga tidak heran jika seseorang yang menderita kekurangan asam lambung bisa dengan mudah terjangkit penyakit ini.

### 3. Disentri

Disentri merupakan penyakit peradangan pada usus besar yang ditandai dengan rasa sakit perut dengan gejala BAB yang encer dan terkadang disertai dengan lendir bahkan darah. Disentri disebabkan oleh bakteri amuba serta basiler. Bakteri tersebut dapat tersebar melalui bakteri yang dibawa oleh lalat yang hinggap pada air atau makanan yang sebelumnya telah terkontaminasi dengan kotoran. Bakteri yang masuk ke dalam pencernaan selanjutnya akan mengakibatkan pembengkakan serta menimbulkan luka dan peradangan pada bagian dinding usus besar.

## **2.5 Kehidupan Mikroorganisme Dalam Air**

Air merupakan komponen esensial bagi kehidupan jasad hidup. Akan tetapi juga merupakan substansia yang membawa malapetaka, karena air dapat membawa mikroorganisme patogen dan zat-zat kimia yang bersifat racun (Tarigan, 1988).

Faktor-faktor biotis (dalam hal mikroba) yang terdapat didalam air, menurut Suriawiria (1985) terdiri dari :

1. Bakteri
2. Fungi (jamur)
3. Mikroalga
4. Protozoa
5. Virus

Kandungan mikroorganisme dalam air alami sangat berbeda tergantung pada lokasi dan waktu. Apabila air merembes dan meresap melalui tanah akan membawa sebagian mikroorganisme bagian tanah yang lebih dalam. Air tanah pada umumnya paling sedikit mengandung mikroorganisme dan air tanah yang

terdapat pada bagian yang dalam sekali hampir tidak mengandung mikroorganisme. Sebaliknya air permukaan sering banyak mengandung mikroorganisme yang berasal dari tanah dan dari organisme yang terdapat di danau-danau dan sungai-sungai. Kehadiran mikroba di dalam air akan mendatangkan keuntungan dan kerugian (Dwijoseputro, 1989). Mikroorganisme patogen dalam air dapat masuk ke dalam tubuh dengan perantaraan air minum atau infeksi pada luka yang terbuka. Mikroorganisme ini umumnya tumbuh dengan baik di dalam saluran pencernaan keluar bersama feses, bakteri ini disebut bakteri coliform (Tarigan, 1988).

Adanya hubungan antara tinja dengan *coliform*, maka bakteri ini dijadikan indikator alami kehadiran materi fekal. Artinya, jika pada suatu substrat atau benda didapatkan bakteri ini maka langsung ataupun tidak langsung substrat atau benda tersebut sudah dikenal atau dicemari oleh materi fekal. Selain itu dijelaskan pula bahwa ada kesamaan sifat dan kehidupan antara bakteri *coliform* dengan bakteri lain penyebab penyakit perut, tifus, paratifus, disentri dan kolera. Oleh karena itu kehadiran bakteri *coliform* dalam jumlah tertentu didalam suatu substrat ataupun benda, misalnya air dan bahan makanan sudah merupakan indikator kehadiran bakteri penyakit lainnya.

Menurut Supriadi dan Sukamto (1999), bakteri coliform dapat dibedakan menjadi dua bagian, yaitu :

- a. *Coliform* fekal, misalnya *E.coli*, merupakan bakteri dari kotoran hewan atau manusia.
- b. *Coliform* non-fekal, misalnya *E. aeruginosa*, biasanya ditemukan pada hewan atau tanaman yang telah mati.

Bakteri *E.coli* memiliki kemampuan untuk memfermentasikan kaldu laktosa pada temperatur 37° C dengan membentuk asam dan dan gas dalam waktu 48 jam. Sejak diketahui bahwa *E.coli* tersebar dalam semua individu, analisis bakterialogis terhadap air minum ditunjukkan dengan kehadiran bakteri tersebut. Walaupun adanya bakteri tersebut tidak dapat memastikan adanya bakteri patogen secara langsung, namun dari hasil yang didapat memberikan kesimpulan bahwa *E.coli* dalam jumlah tertentu dalam air dapat digunakan sebagai indikator adanya bakteri yang patogen.

### 2.5.1 *Escherichia coli* (*E.coli*)

*Escherichia coli* adalah salah satu jenis spesies utama bakteri gram negatif, berbentuk batang pendek (kokobasik) ditemukan oleh Theodor Escherich (tahun 1885). *Escherichia coli* dapat bertahan hingga suhu 60°C selama 15 menit atau pada 55°C selama 60 menit. Hidup pada tinja dan menyebabkan masalah kesehatan pada manusia, seperti diare, muntaber serta masalah pencernaan lainnya.

*Escherichia coli* adalah kuman oportunistik yang banyak ditemukan di dalam usus besar manusia sebagai flora normal. Sifatnya unik karena dapat menyebabkan infeksi primer pada usus misalnya diare pada anak, seperti juga kemampuannya menimbulkan infeksi pada jaringan tubuh lain diluar usus.

#### 1. Klasifikasi Bakteri *Escherichia coli*

- Filum : Proteobacteria
- Kelas : Gamma Proteobacteria
- Ordo : Enterobacteriales
- Familia : Enterobacteriaceae
- Genus : *Escherichia*
- Spesies : *Escherichia coli*

#### 2. Jenis - Jenis Bakteri *Escherichia coli*

##### a. *Escherichia coli* enteropatogenik (EPEC)

*Escherichia coli* tipe enteropatogenik merupakan penyebab penting diare pada bayi, khususnya di negara berkembang, EPEC melekat pada sel mukosa usus kecil. Akibat dari infeksi EPEC adalah diare yang cair, yang biasanya susah diatasi namun tidak kronis. Waktu EPEC dapat diperpendek dan diare kronik dapat disembuhkan dengan pemberian antibiotik.

##### b. *Escherichia coli* enteroinvasive (EIEC)

Merupakan penyakit yang mirip dengan shigellosis. Penyakit yang terjadi umumnya pada anak di Negara berkembang dan dalam perjalanan ke Negara tersebut. EIEC menyebabkan penyakit dengan menyerang sel epitelial mukosa usus.

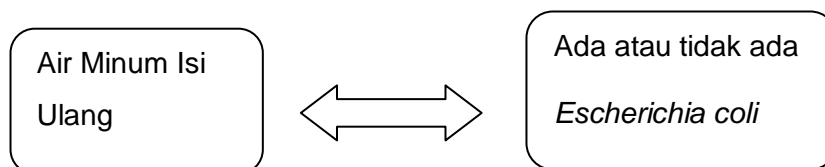
c. *Escherichia coli* enterohemoragik (EHEC)

EHEC memproduksi verotoksin yang mempunyai sifat yang hampir sama dengan toksin shiga yang diproduksi oleh strain *shigella dysenteriae* tipe 1. EHEC banyak dihubungkan dengan *hemorrhagic colitis*, sebuah bentuk diare yang parah, dan dengan sindroma *uremic hemolytic*, sebuah penyakit akibat kegagalan ginjal akut.

d. *Escherichia coli* Enteroagregative (EAEC)

Merupakan penyebab diare yang akut dan kronis (dalam jangka waktu >14 hari) pada orang di negara berkembang. Organisme ini juga menyebabkan penyakit karena makanan di negara industri. Mereka digolongkan berdasarkan bentuk dan pelekatan pada sel manusia. Akibatnya adalah kerusakan mukosa, pengeluaran sejumlah besar mukus, dan terjadi diare.

## 2.6 Kerangka Konsep



## 2.7 Defenisi Operasional

1. Air minum isi ulang air adalah air yang sudah diolah yang berasal dari mata air, yang telah melewati tahapan dalam membersihkan kandungan airnya dari segala kuman dan bakteri yang terkandung didalamnya tanpa harus dimasak, sehingga air tersebut dapat langsung diminum. Sampel air minum yang akan diambil adalah 10 ml, 1 ml, 0,1 ml.
2. Identifikasi bakteri *Escherichia coli* (bakteri gram negatif berbentuk batang) dengan menggunakan metode MPN (Most Probable Number).
  - a. Tes perkiraan positif adalah apabila ditemukan gas (gelembung udara pada tabung Durham) dan atau kekeruhan pada media lactosa broth yang sudah diinokulasi dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 2 x 24 jam.

- b. Tes perkiraan negatif adalah apabila tidak ditemukan gas (gelembung udara pada tabung durham) dan atau kekeruhan pada media lactosa broth yang sudah diinokulasi dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 2 x 24 jam.
- c. Tes penegasan positif adalah apabila ditemukan gas (gelembung udara pada tabung durham) dan atau kekeruhan pada media BGLB yang sudah diinokulasi dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 2 x 24 jam.
- d. Tes penegasan negatif adalah apabila tidak ditemukan gas (gelembung udara pada tabung durham) dan atau kekeruhan pada media BGLB yang sudah diinokulasi dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 2 x 24 jam.
- e. Tes pelengkap positif adalah apabila bakteri *E. coli* tumbuh pada media EMB setelah diinokulasi dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam.
- f. Tes pelengkap negatif adalah apabila bakteri *E. coli* tidak tumbuh pada media EMB setelah diinokulasi dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam.