

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Air Minum

Air minum adalah air yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum (Kepmenkes, 2010). Jenis air minum antara lain : 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 (Kemenkes, 2002).

Persyaratan kualitas air minum meliputi persyaratan bakteriologi, kimiawi, radioaktif dan fisik. Air minum yang ideal seharusnya jernih, tidak berwarna, tidak berasa dan tidak berbau. Selain itu juga tidak mengandung kuman patogen dan segala makhluk yang membahayakan kesehatan manusia, tidak mengandung zat kimia yang dapat mengganggu fungsi tubuh, dapat diterima secara estetis dan tidak merugikan secara ekonomis (Permenkes, 2010).

Standar nasional yang mengatur kualitas air minum yaitu Standar Nasional Indonesia (SNI) 01 3553 – 1996 menyatakan bahwa batas maksimal total angka kuman adalah 100 koloni/ml. Peraturan Menteri Kesehatan nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 menyatakan bahwa air minum harus memenuhi persyaratan diantaranya tingkat kontaminasi 0 koloni/ 100 ml untuk keberadaan bakteri *Coliform* (Permenkes, 2010).

## 2.2 *Coliform*

*Coliform* adalah bakteri gram negatif berbentuk batang bersifat *anaerob* atau fakultatif *anaerob*, tidak membentuk spora, dan dapat memfermentasi laktosa untuk menghasilkan asam dan gas pada suhu 35°C – 37 °C. Golongan bakteri *Coliform* adalah *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Escherichia coli*, dan *Klebsiella*. Bakteri *Coliform* adalah golongan bakteri intestinal yaitu hidup di dalam saluran pencernaan manusia (Treyens, 2009).

Penggolongan bakteri *Coliform* dan sifat-sifatnya, dibagi menjadi dua yaitu *Coliform* fekal diantaranya bakteri *Escherichia coli* berasal dari tinja manusia, *Coliform* non fekal diantaranya *Enterobacter* dan *Klebsiella* yang berasal dari hewan atau tanaman yang sudah mati (Suriaman, 2008).

## 2.3 *Escherichia coli*

*E. coli* adalah bakteri gram negatif berbentuk batang yang tidak membentuk spora sebagai flora normal di usus. *E. coli* mempunyai kemampuan memfermentasi laktosa dan manitol dengan membentuk asam dan gas pada temperatur 44°C. Bakteri ini menghasilkan indol dan tryptophan serta tes methyl red positif. *E coli* merupakan bakteri yang aerob dan fakultatif anaerob golongan *Coliform* yang termostabil (Jawetz, 2008).

Keberadaan *E. coli* dalam air atau makanan dianggap memiliki korelasi tinggi dengan ditemukannya pada pangan. Beberapa jenis *E. coli* dapat bersifat patogen, yaitu serotipe-serotipe yang masuk dalam golongan *E. coli* Enteropatogenik, *E.coli* Enteroinvasif, *E. coli* Enterotoksigenik dan *E.coli* Enterohemoragik. Adanya *E. coli*

dalam air minum menunjukkan bahwa air minum tersebut pernah terkontaminasi kotoran manusia, oleh karenanya standar air minum mensyaratkan *E. coli* harus nol dalam 100 ml. Klasifikasi ilmiah *E. coli* yaitu :

Domain : *Bacteria*  
Phylum : *Proteobacteria*  
Order : *Enterobacteriales*  
Family : *Enterobacteriaceae*  
Genus : *Escherichia*  
Spesies : *Escherichia coli*

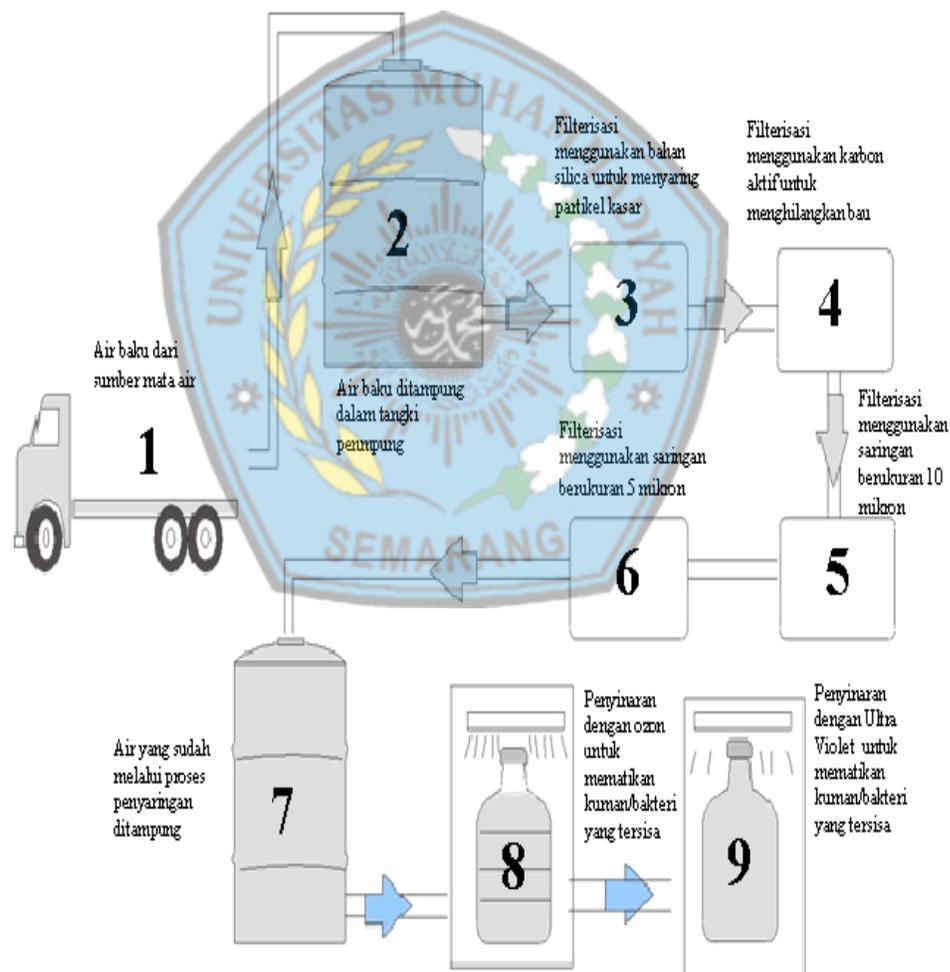
Bakteri ini dapat tumbuh baik pada suhu antara 8°C- 46°C, dengan suhu optimum di bawah 37°C. Bakteri ini berada di bawah temperatur minimum atau sedikit di atas temperatur maksimum, tidak segera mati, tetapi berada dalam keadaan dorman. *E. coli* dapat tumbuh pada ph optimum  $\pm 7,2$  -7,6. (Pangestika, 2016)

#### **2.4 Depot Air Minum Isi Ulang (DAMIU)**

Depot air minum adalah usaha industri yang melakukan proses pengolahan air baku menjadi air minum dan menjual langsung kepada konsumen. Mesin dan peralatan produksi yang digunakan dalam depot air minum yaitu 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. 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*) antara lain *sand filter*, *carbon filter*, *microfilter*, *alat desinfektan* (*ozonasi* dan atau *UV*). Alat pengisian berupa kran outlet untuk memasukkan air minum ke dalam tempat atau

wadah yang disediakan depot air minum atau wadah yang dibawa pembeli (Kepmenperindag, 2004).

Sumber air baku yang digunakan DAMIU berasal dari sumber air tanah seperti mata air (pegunungan), sungai bawah tanah, air permukaan seperti air danau, air laut dan air gunung es (Lidya, 2014). Urutan proses produksi air minum di depot air minum terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagan Alir Pengolahan Air Minum Isi Ulang  
(Sumber : Munawar, 2013)

Gambar 1 menunjukkan air baku yang diambil dari sumbernya diangkut dengan menggunakan tangki air dan selanjutnya ditampung dalam bak tandon. Bak tandon dibuat dari bahan tara pangan (*food grade*) dan bebas dari bahan-bahan yang dapat mencemari air.

Desinfeksi dimaksudkan untuk membunuh kuman patogen. Proses desinfeksi menggunakan ozon ( $O_3$ ) berlangsung dalam tangki pencampur ozon minimal 0,1 ppm dan residu ozon sesaat setelah pengisian berkisar antara 0,06 – 0,1 ppm. Tindakan desinfeksi selain menggunakan ozon, dilakukan dengan penyinaran *ultra violet* (uv) dengan panjang gelombang 254 nm atau kekuatan 2.537 derajat Angstrom. Proses desinfeksi sinar ultra violet yaitu dengan melewati air kedalam tabung atau pipa yang disinari dengan lampu ultra violet. Pengisian wadah air dilakukan dengan menggunakan alat serta dilakukan dalam tempat pengisian yang higienis. Penutupan wadah air dapat dilakukan dengan tutup yang dibawa konsumen dan atau yang disediakan oleh depot air minum. (Faizah, 2012)

Tenaga atau karyawan depot air minum yang berhubungan langsung dengan produksi harus dalam keadaan sehat, bebas dari luka, penyakit kulit atau hal-hal lainnya yang diduga dapat mengakibatkan pencemaran air minum. Karyawan bagian produksi atau pengisian diharuskan menggunakan pakaian kerja, tutup kepala dan sepatu yang sesuai. Karyawan harus mencuci tangan sebelum melakukan pekerjaannya, terutama pada saat penanganan wadah dan pengisian agar tidak mengotori air. Karyawan tidak diperkenankan makan, merokok, meludah atau

melakukan tindakan lain selama melakukan pekerjaan yang dapat menyebabkan pencemaran terhadap air.(Dirjen PL Kemenkes, 2011)

## **2.5 Pencemaran Air Minum Oleh *E. coli***

Air merupakan suatu media yang sering digunakan oleh mikroorganisme untuk melangsungkan hidupnya. Organisme-organisme tersebut tidak nampak secara kasat mata namun jika dilihat menggunakan mikroskop maka akan dijumpai ratusan bahkan ribuan mikroorganisme yang hidup di dalamnya mulai dari larva serangga, dan juga bakteri. Salah satu jenis bakteri yaitu *Escherichia coli* atau sering disebut *E.coli*. Bakteri *E.coli* adalah salah satu jenis bakteri berbentuk batang yang terdapat di dalam usus besar manusia, berfungsi membantu proses pembusukan makanan sehingga membantu proses pencernaan, dan membantu melawan bakteri jahat didalam usus besar. Bakteri ini sangat menguntungkan bagi manusia dalam membantu proses pencernaan.(Mursalim, 2009)

Tata ruang perumahan tidak baik dan lingkungan tidak bersih, penyebaran bakteri *E. coli* setelah keluar dari tubuh manusia bersama kotoran dan tertampung di jamban maka kotoran ini akan terurai bersama oleh air tanah. Sebagian bakteri ini akan mati karena pengaruh suhu dan sebagian lainnya yang belum mati akan ikut bersama air tanah menuju sumber-sumber air seperti sumur dan sumber air lainnya. Daerah yang padat penduduk dan bangunan, dan perkampungan yang kumuh tidak memperdulikan penataan jarak antara jamban dan sumur. Hal ini karena wilayah tanah yang relatif sempit, tidak menghiraukan masalah penataan jamban dan sumur

maka dibuatlah jarak yang relatif dekat antara keduanya sehingga penyebaran *E.coli* lebih cepat karena jarak yang dekat tersebut.(Aminah, 2015)

## **2.6 Hygiene Sanitasi Depot Air Minum Isi Ulang**

Hygiene sanitasi adalah upaya kesehatan untuk mengurangi atau menghilangkan faktor-faktor yang menjadi penyebab terjadinya pencemaran terhadap air minum dan sarana yang digunakan untuk proses pengolahan, penyimpanan dan pembagian air minum. Faktor tersebut adalah cemaran fisik seperti benda mati baik halus maupun kasar, kondisi alam seperti suhu, cuaca, getaran, benturan dan sejenisnya yang dapat mencemari kualitas air minum. Faktor lain adalah cemaran kimia seperti bahan organik dan non organik yang lewat dalam air minum pada waktu pengolahan, penyimpanan dan pembagian air minum. Sedangkan faktor biologis dapat berupa jasad relik pathologis seperti bakteri, virus, kapang atau jamur yang dapat menimbulkan penyakit atau keracunan.

Kecenderungan penduduk untuk mengkonsumsi air minum siap pakai demikian besar, sehingga usaha depot pengisian air minum tumbuh subur dimana-mana. Usaha ini dianggap sebagai peluang alternatif, karena usaha ini membutuhkan investasi yang sedikit namun menguntungkan ataupun bagi konsumen karena harga air minum isi ulang ini lebih murah dibandingkan air minum kemasan bermerk (Afrisetiawati, 2016) .

## 2.7 Ketentuan Sampling Air Minum

Tabel 2. Ketentuan sampling air minum (PerMenKes No. 492 Tahun 2010)

Parameter	Frekuensi Pengujian	Jumlah Sampel	Yang diperiksa
Mikrobiologi	Satu bulan sekali	1	<i>Escherichia coli</i> dan total bakteri <i>Coliform</i>
Fisika	Satu bulan sekali	1	Bau, warna total zat padat terlarut (TDS), kekeruhan, rasa, suhu
Kimia anorganik	Enam bulan sekali	1	Arsen Fluorida, Krom, Kadmium, Nitrit, Nitrat, Selenium, Sianida
Kimia organik	Enam bulan sekali	1	Aluminium, besi, kesadahan, klorida, mangan, PH, sulfat, tembaga, chlor, ammonium

## 2.8 Metode Pengujian *Coliform* dan *E. coli*

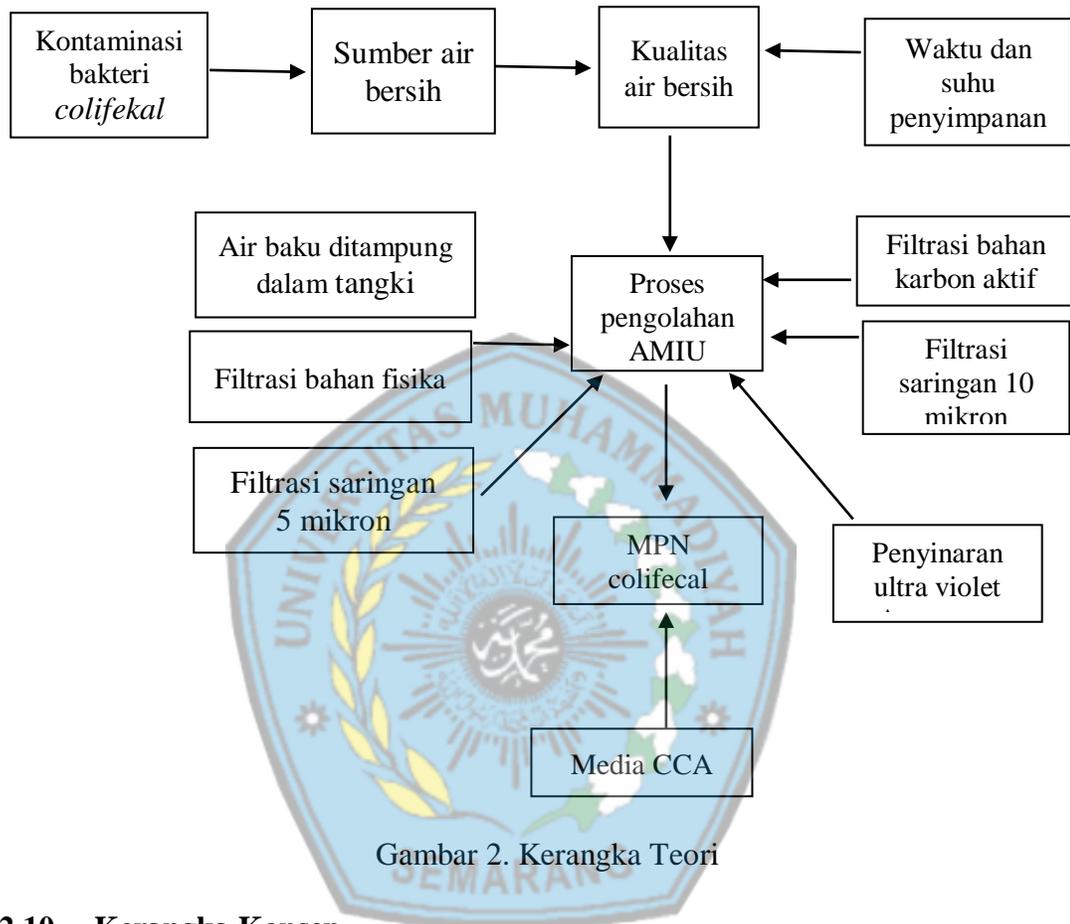
Perubahan biologi dapat berlangsung di dalam sampel air sehingga semua sampel air harus diperiksa segera atau langsung sesudah pengambilan sampel dilakukan. Apabila hal ini tidak mungkin dilakukan, sampel air dapat disimpan lebih lama di lemari es dengan suhu 4-10°C selama 6 jam dan tidak boleh lebih dari 24 jam (Depkes, 1990).

Empat metode pengujian bakteri *Coliform* dan *E.coli* yang paling umum dilakukan adalah metode Angka Paling Mungkin (*Most Probable Number* atau *Multiple-tube Fermentation Technique*), metode Angka *Coliform* Total (*Total Coliform Count*), metode Membrane Filtrasi (*Membrane Filtration Technique*), atau metode Positif/Negatif (*Presence Absence Procedure*) melalui fase pendugaan–penegasan (*presumptive–confirmed phase*) atau test lengkap.

Media *Chromocult Coliform Agar* (CCA) adalah media yang sangat selektif untuk uji analisa *Coliform*. Komposisi dari media CCA yaitu, pepton, sodium chlorid, sodium dihidrogen posphat, disodium hidrogen posphat, sodium piruvat, sorbitol, tergitol, *chromogenic mixture* (Salmon-GAL dan X-Glucoronid). Tergitol akan menghambat pertumbuhan bakteri gram positif dan sebagian bakteri gram negatif tetapi tidak mempengaruhi pertumbuhan bakteri *Coliform*. Pepton, pyruvat, sorbitol, sodium dihidrogen phospat, disodium hidrogen phospat, akan mempercepat pertumbuhan *Coliform* (Raugel, 2012).

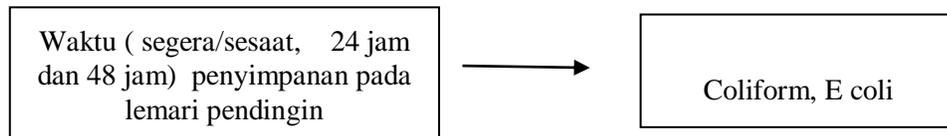
Chromogenic mixture berfungsi untuk mendeteksi total dari bakteri *Coliform* dan *E. coli*. *Coliform* mempunyai enzim  $\beta$ -galaktosidase berfungsi untuk memotong substrat Salmon-GAL menjadi salmon (senyawa chromogenik) berwarna merah. Bakteri *E. coli* mempunyai enzim  $\beta$ -galaktosidase dan enzim  $\beta$ -galaktosidase permise, memotong substrat X-Glucoronide menjadi X dan Glucoronide berwarna biru tua-violet. Tryptofan akan mengikat reaksi indol sehingga akan meningkatkan deteksi *E. coli* (Atlas, Snyder, 2014).

## 2.9 Kerangka Teori



Gambar 2. Kerangka Teori

## 2.10 Kerangka Konsep



Gambar 3. Kerangka Konsep

## 2.11 Hipotesis

Ada pengaruh penyimpanan pada lemari pendingin terhadap jumlah *Coliform* dan *E.coli* air minum isi ulang yang disimpan 24 jam dan 48 jam.

