

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Air Minum

Air minum dapat diartikan sebagai air yang dapat langsung diminum, yakni air yang bebas dari unsur kimia dan mikrobiologi serta aman untuk diminum. 70% kebutuhan air untuk kesehatan tubuh manusia, mendorong upaya pengadaan air konsumsi yang sangat tinggi. Air konsumsi adalah air yang memenuhi persyaratan sebagaimana ditetapkan oleh Menteri Kesehatan no 416.

Pada prinsipnya pengolahan air hanya diperlukan bagi sumber air baku yang kurang memenuhi syarat untuk air minum. Contoh sederhana adalah air yang diperoleh dari mata air yang tidak tercemar atau terkontaminasi oleh jenis-jenis polutan yang menyebabkan penyakit. Namun demikian air yang diperoleh dari sumur dangkal, dan mata air dari tebing sungai hanya dapat disebut sebagai air bersih dan hanya aman untuk diminum apabila sudah direbus sampai mendidih.

Pengolahan air baku untuk air minum sangat tergantung dari jenis air baku yang akan diolah. Ada beberapa jenis air baku ;

1. Mata air.
2. Air tanah.
3. Air permukaan.
4. Air hujan.

Pada setiap air baku, memiliki karakteristik tersendiri dan berbeda-beda antara satu dan yang lainnya. Di Indonesia banyak jenis air yang dijadikan air baku, misalnya; mata air, air tanah, air permukaan, dan air hujan.

## 2.2 Standar Kualitas Air Minum

Untuk standar kualitas air baku yang digunakan adalah Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 907/Menkes/SK/VII/2002 Tanggal 29 Juli 2002 Tentang Syarat-Syarat Dan Pengawasan Kualitas Air Minum. Adapun standar kualitas air minum ini sebagai acuan kualitas air minum di Indonesia.

Standar kualitas air adalah baku mutu yang ditetapkan berdasarkan sifat-sifat fisik, kimia, radioaktif maupun bakteriologis yang menunjukkan persyaratan kualitas air tersebut.

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air Dan Pengendalian Pencemaran Air, menurut kegunaannya air digolongkan menjadi beberapa kelas yaitu :

- Kelas I : Air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
- Kelas II : Air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukan lain yang

mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Kelas III : Air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanian, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Kelas IV : Air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi pertanian dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Syarat syarat air minum pada umumnya ditentukan pada beberapa standar (acuan) yang pada beberapa negara berbeda-beda menurut :

- a. Kondisi negara masing-masing.
- b. Perkembangan ilmu pengetahuan.
- c. Perkembangan teknologi.

Dengan demikian dikenal beberapa standar air minum, antara lain :

1. *American Drinking Water Standard*.
2. *British Drinking Water Standard* ; agak ketat.
3. *W.H.O. Drinking Water Standard*.

Dari segi kualitas air minum harus memenuhi :

- a. Syarat Fisik ;
  1. Air tidak boleh berwarna.
  2. Suhu air hendaknya di bawah sela udara (*sejuk*  $\pm 25^{\circ}\text{C}$ )
  3. Air tidak boleh berasa.

4. Air tidak boleh berbau.

5. Air harus jernih.

b. Syarat-syarat kimia :

Air minum tidak boleh mengandung racun, zat-zat mineral atau zat-zat kimia tertentu dalam jumlah melampaui batas yang telah ditentukan.

c. Syarat-syarat biologi

Air minum tidak boleh mengandung bakteri-bakteri penyakit (*pathogen*) sama sekali dan tidak boleh mengandung bakteri-bakteri golongan Coli melebihi batas-batas yang telah ditentukan. Adapun standart kualitas air minum yang diperkenankan untuk parameter biologi berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Tahun 907/Menkes/SK/VII/2002 Tanggal 29 Juli 2002 adalah sebagai berikut :

**Tabel 2.1 Parameter Bakteriologis**

No	Parameter	Satuan	Kadar maks yang diperbolehkan	Ket
1	Air Minum E. Coli Atau Fecal Coli	Jumlah per 100 ml sampel	0	-
2	Air Yang Masuk Sistem Distribusi E. Coli Atau Fecal Coli	Jumlah per 100 ml sampel	0	-
	Total Bakteri Coliform	Jumlah per 100 ml sampel	0	-
3	Air Pada Sistem Distribusi E. Coli atau fecal coli	Jumlah per 100 ml sampel	0	-
	Total bakteri coliform	Jumlah per 100 ml sampel	0	-

**Sumber : Permenkes 907 tahun 2002**

## 2.3 Proses Pengolahan Air Minum Isi Ulang

Berdasarkan data observasi metode pengolahan air minum yang digunakan pada depot air minum isi ulang di sekitar jalan Magelang Yogyakarta ada dua metode yaitu menggunakan metode UV (*ultra violet*) dan metode UV dan ozon.

### 2.3.1 Metode UV (*Ultra Violet*)

Berbagai bentuk variasi radiasi dapat dijadikan alat disinfeksi yang efektif dan radiasi Ultra Violet (UV) telah bertahun-tahun digunakan untuk pengolahan air bersih skala kecil. Radiasi disinfeksi UV pada panjang gelombang 254 nm adalah sangat kuat jika organisme yang ada benar-benar terpapar oleh radiasi. Oleh karena itu penting sekali untuk mencapai kekeruhan serendah-rendahnya dan dosis dinaikkan agar supaya adsorpsi UV oleh senyawa-senyawa organik yang terdapat dalam aliran dapat berlangsung lebih merata. Air yang akan didisinfeksi dialirkan diantara tabung sinar merkuri dan tabung reflektor yang dilapisi metal yang dalam hal ini akan meningkatkan efisiensi disinfeksi dengan waktu detensi hanya beberapa detik walaupun memerlukan energi yang agak tinggi yaitu sekitar 10-20 Watt/m<sup>3</sup>/jam. Keuntungan disinfeksi menggunakan UV antara lain meliputi pemeliharaan yang minimum, tidak menimbulkan dampak bau dan rasa, serta pengendalian secara otomatis dapat dilakukan dengan mudah tanpa menimbulkan bahaya bila terjadi overdosis. Sedangkan kelemahannya meliputi tidak memiliki residu disinfeksi, biaya mahal dan memerlukan klarifikasi air lebih sempurna (Mohajit, hlm 221).

Sinar ultra violet (UV) diketahui merupakan salah satu sinar dengan daya radiasi yang dapat bersifat letal bagi mikroorganisme. Sinar UV mempunyai panjang gelombang mulai 4 nm hingga 400 nm dengan efisiensi tertinggi untuk pengendalian mikroorganisme adalah pada 365 nm. Karena mempunyai efek letal terhadap sel-sel mikroorganisme, maka radiasi UV sering digunakan di tempat-tempat yang menuntut kondisi aseptik seperti laboratorium, ruang operasi rumah sakit dan ruang produksi industri makanan dan minuman, serta farmasi. Adapun kriteria dari penggunaan lampu UV berdasarkan lama penggunaan terhadap mikroorganisme dalam air dapat dilihat pada Tabel 2.4 di bawah ini :

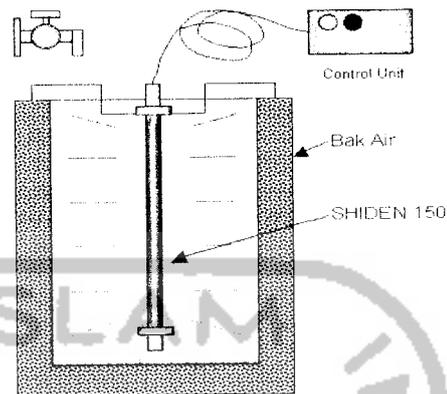
**Tabel 2.2 Perkiraan Lama Waktu Menyala Lampu UV Di Pasaran**

Ukuran(cm) (W x D x H)	SHIDEN 150	SHEDEN 150	SHEDEN 150
	Isi:Air(Bening) Untuk : Bakteri E.coil	Isi:Udara(Kosong) Untuk:Bakteri E.coil	Isi:Udara(Kosong) Untuk:Jamur
30 x 30 x 30	3 menit	2 Menit	5 Menit
40 x 40 x 50	4 Menit	3 Menit	7 Menit
50 x 50 x 50	8 Menit	4 Menit	10 Menit
50 x 50 x 70	10 Menit	5 Menit	15 Menit

**Sumber data : Masahiro Aizawa, 2002**

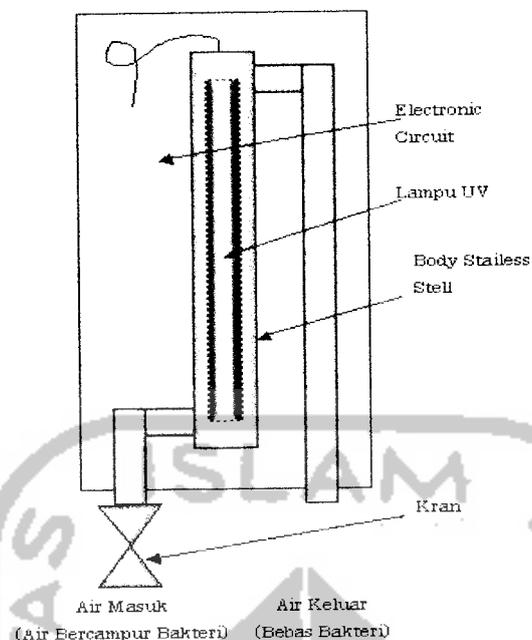
Salah satu sifat sinar ultra violet adalah daya penetrasi yang sangat rendah. Selapis kaca tipis pun sudah mampu menahan sebagian besar sinar UV. Oleh karena itu, sinar UV hanya dapat efektif untuk mengendalikan mikroorganisme pada permukaan yang terpapar langsung oleh sinar UV, atau mikroba berada di dekat permukaan medium yang transparan. Absorpsi maksimal sinar UV di dalam sel terjadi pada asam nukleat, maka

diperkirakan mekanisme utama perusakan sel oleh sinar UV pada ribosom, sehingga mengakibatkan terjadinya mutasi atau kematian sel (Atlas, 1997).



**Gambar 2.1 Detail UV Dalam Air**

Untuk penggunaan metode UV yang harus diperhatikan adalah tabung lampunya. Tabung lampu harus diganti setiap 3 sampai 6 bulan dan paling lama 1 tahun, karena lampu UV memiliki jam kerja yaitu kurang lebih 3000 jam (menyala). Jadi kalau sudah sampai pada batas waktunya walaupun masih hidup, tetapi lampu tersebut tidak lagi berguna sebagai bakteri *shield* atau tidak lagi mematikan bakteri, sehingga akhirnya bakteri akan lewat juga. Selain diganti agar efektif, lampu UV harus dibersihkan secara teratur sebulan sekali atau jika diperlukan. Dengan memasukkan air deterjen ke dalam pipa, kocok dan bilas/alirkan air terus menerus hingga bersih, (Masahiro Aizawa, 2002). Sistem lampu UV dapat dilihat pada gambar 2.2 berikut ini :



**Gambar 2.2 Sistem Lampu UV**

Ada beberapa tahapan dalam pengolahan air minum isi ulang dengan menggunakan metode UV (*ultra violet*) yang diperoleh berdasarkan observasi di lapangan, seperti terlihat pada gambar 2.3 di bawah ini. Adapun unit pengolahannya terdiri dari :

1. Tandon/Penampungan Air Baku.

Berfungsi untuk menampung air baku

2. Filter Catridge Ukuran 0,5 Mikron.

Berfungsi untuk menyaring partikel fisis yang terkandung dalam air.

3. Tabung Active Carbon

Berfungsi untuk mengikat kandungan mineral-mineral berat yang tidak direkomendasikan untuk dikonsumsi tubuh.

4. Tabung Silica Sand

Berfungsi untuk menghilangkan bau, rasa, dan menjernihkan air.

5. Filter Carbon Block I

Berfungsi untuk mengikat kandungan mineral-mineral berat yang lolos dari tabung active carbon dan tidak direkomendasikan untuk dikonsumsi oleh tubuh.

6. Filter Carbon Block II

Berfungsi untuk mengikat kandungan mineral-mineral berat yang lolos dari tabung active carbon dan carbon block I. Mineral ini merupakan mineral yang tidak direkomendasikan untuk dikonsumsi oleh tubuh.

7. Filter Catridge Ukuran 0,5 Mikron

Berfungsi untuk menyaring partikel fisis yang terkandung dalam air.

8. Tanwing UV (Water Sterilization 2.500 Amstrong Buatan Lokal)

Berfungsi sebagai sterilisasi dan hygenisasi air sehingga bebas dari bakteri.

9. Tanwing UV (Water Sterilization Type T-240 CAP. 2.500 Amstrong)

Berfungsi sebagai sterilisasi dan hygenisasi air sehingga bebas dari bakteri yang masih lolos dari UV pertama.

10. Filter Catridge Ukuran 0,5 Mikron

Berfungsi untuk menyaring partikel fisis yang terkandung dalam air.

11. Kran Pengisian Dalam KBU

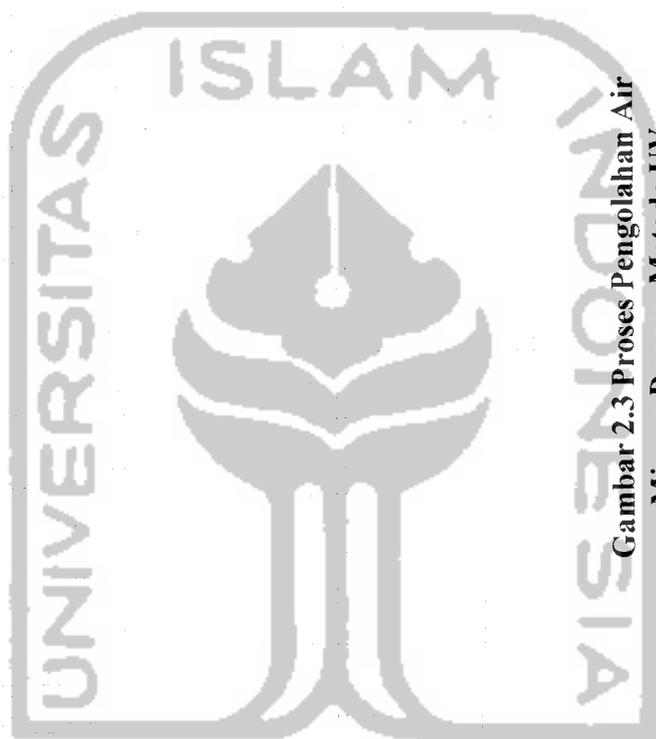
Berfungsi untuk memudahkan pengisian air ke dalam galon.

12. Kran Pengisian Dalam KBU

Berfungsi untuk memudahkan pengisian air ke dalam galon.

13. Kran Pengisian Dalam KBU

Berfungsi untuk memudahkan pengisian air ke dalam galon



Gambar 2.3 Proses Pengolahan Air Minum Dengan Metode UV

الجامعة الإسلامية في إندونيسيا

### 2.3.2 Metode UV dan Ozon

Perkembangan pemakaian ozon dalam proses pengolahan air berjalan cukup pesat. Sampai sekarang sebagian besar industri minuman air mineral ataupun sumber-sumber pengolahan air, mulai beralih ke ozon sebagai bahan pengolahan. Luasnya ruang lingkup penggunaan ozon ini tidak terlepas dari sifat ozon yang dikenal memiliki sifat radikal (mudah bereaksi dengan senyawa disekitarnya) serta memiliki oksidasi potential 2.07 V. Ozon dengan kemampuan oksidasinya dapat menguraikan berbagai macam senyawa organik beracun yang terkandung dalam air limbah, seperti *benzene*, *atrazine*, *dioxin* dan berbagai zat pewarna organik (Sugimoto, 2000).

Ozon ( $O_3$ ) adalah suatu bentuk alotropic oksigen yang diproduksi dengan cara melewatkan oksigen kering atau udara dalam suatu medan listrik (5.000 – 20.000 V 50-500 Hz). Ozon bersifat tidak stabil, merupakan gas berwarna biru yang sangat toksik (racun) dengan bau seperti rumput kering. Ozon merupakan oksidator kuat yang sangat efisien untuk desinfeksi dan dapat digunakan untuk memutihkan warna serta dapat memisahkan rasa dan bau. Seperti oksigen kelarutan ozon dalam air cukup rendah dan karena sifatnya yang tidak stabil maka desinfeksi dengan ozon tidak memberikan residu.

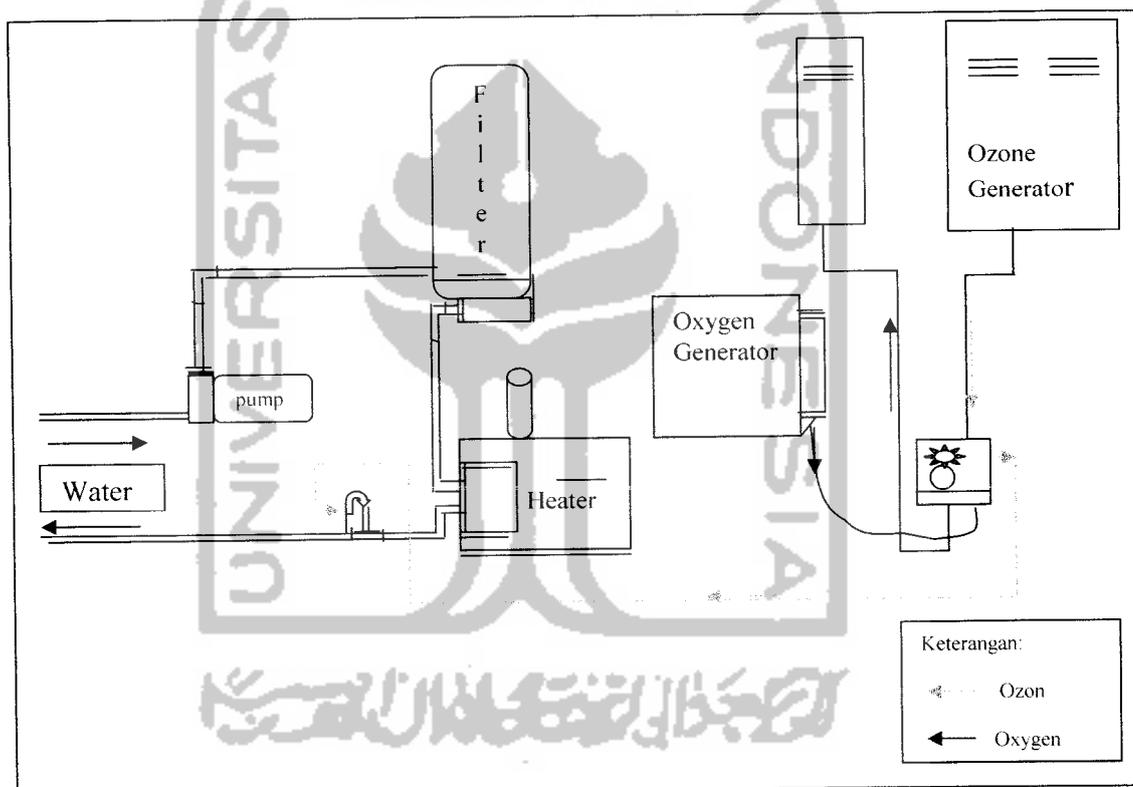
Ozon ( $O_3$ ) dibuat dengan melewatkan udara kering dalam medan listrik bertegangan tinggi dan berfrekuensi tinggi. Ada dua macam ozonizer yaitu tipe plate dengan elektrode datar dan isolator gelas (*glass dielectrics*), dan

isolator gelas silinder. Sisi yang mempunyai tegangan tinggi didinginkan dengan konveksi (pemindahan panas dengan cara sirkulasi), sedangkan sisi yang bertegangan rendah didinginkan dengan air. Udara dilewatkan diantara elektroda-elektroda dan terozonisasi oleh tegangan listrik yang ada diantara udara tersebut. Produksi ozon biasanya sampai 4 % berat udara yang dilewatkan dengan kebutuhan energi sekitar 25 kwh/kg ozon yang dihasilkan.

Ozon memberikan beberapa keuntungan lebih yaitu kemampuannya menghilangkan warna. Dalam hal ini filtrasi dan ozonisasi mungkin akan menghasilkan kualitas air yang setara dengan proses koagulasi yang kompleks, sedimentasi, filtrasi dan klorinasi. Oleh karena tidak tersedianya residu ozon dalam sistem distribusi, pertumbuhan mikroorganisme yang disertai dengan problem - problem rasa, bau dan warna mungkin akan muncul. Pertumbuhan mikroorganisme dalam sistem distribusi semacam ini dapat dicegah dengan klorinasi dosis rendah setelah proses ozonisasi (Mohajit, hlm 220).

Di samping itu, ozon merupakan oksidan kuat yang bisa mengoksidasi karbohidrat seperti bakteri, termasuk bakteri E.coli, virus dan bahkan menetralkan pestisida seperti *malathion*, *dichlorovos* dan lain-lain. Ozon juga dapat digunakan untuk membunuh sisa-sisa mikroba yang lolos dari filtrasi. Keuntungan menggunakan sanitasi sistem ozon adalah dapat membunuh mikroorganisme yang terdapat didalam air (bersifat bakterisida, algasida, fungisida dan virusida), dapat menghilangkan bau dan rasa yang umumnya disebabkan oleh komponen organik dan anorganik yang terdapat didalam air,

dan tidak menimbulkan bau ataupun rasa yang umumnya terjadi dengan penggunaan bahan kimia lain sebagai bahan pengolahan. Keuntungan air yang disanitasi dengan ozon merupakan air yang kaya (jenuh) oksigen terlarut maka baik untuk kesehatan. Ikut tersanitasinya pipa-pipa, peralatan, dan kemasan gallon serta produk yang dihasilkan akan lebih terjamin selama tidak ada kebocoran. Gambar unit ozonisator terlihat pada gambar 2.3 berikut ini :



Sumber : konsep teknologi bersih KRT Tjokrokusumo

**Gambar 2.4. Unit Ozonisator**

Metode UV dan Ozon merupakan metode gabungan, dimana dalam satu unit pengolahan air minum isi ulang terdapat VV dan Ozon yang berfungsi sebagai desinfeksi. Berdasarkan data yang kami peroleh dari survey dan wawancara di lapangan, metoda pengolahan air minum isi ulang dengan menggunakan metode UV dan Ozon dapat dilihat pada gambar 2.5 berikut ini, dimana unit-unit pengolahannya terdiri dari :

1. Tandon/Penampungan Air Baku.  
Berfungsi untuk menampung air baku
2. Tabung Active Carbon  
Berfungsi untuk mengikat kandungan mineral-mineral berat yang tidak direkomendasikan untuk dikonsumsi tubuh.
3. Tabung Silica Sand  
Berfungsi untuk menghilangkan bau, rasa, dan menjernihkan air.
4. Filter Carbon Block I  
Berfungsi untuk mengikat kandungan mineral-mineral berat yang lolos dari tabung active carbon dan tidak direkomendasikan untuk dikonsumsi oleh tubuh.
5. Filter Carbon Block II  
Berfungsi untuk mengikat kandungan mineral-mineral berat yang lolos dari tabung active carbon dan carbon block I, dan mineral ini tidak direkomendasikan untuk dikonsumsi oleh tubuh.

6. Ozonisasi

Berfungsi untuk membunuh mikro organisme didalam air yang bersifat bakteri, alga dan virus.

7. Reaktor tank

Berfungsi sebagai tempat penampungan air yang telah melewati proses di atas.

8. Carbon blok

Berfungsi untuk menyerap zat-zat organik chlorine, bau dan logam-logam berbahaya.

9. Filter Catridge Ukuran 0,5 Mikron

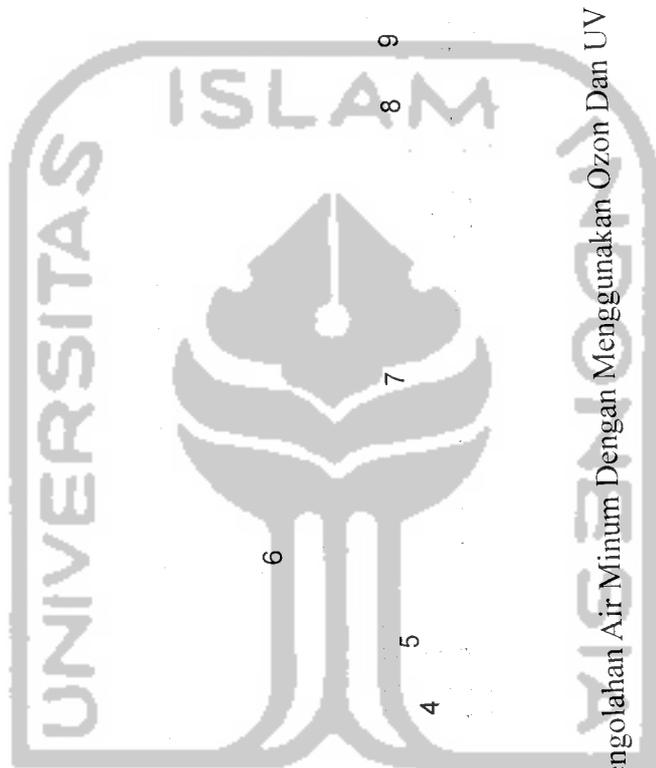
Berfungsi untuk menyaring partikel fisis yang terkandung dalam air.

10. Tanwing UV (*Water Sterilization Type T-240 CAP. 2.500 Amstrong*)

Berfungsi sebagai sterilisasi dan hygenisasi air sehingga bebas dari bakteri.

11. Kran Pengisian Dalam KBU

Berfungsi untuk memudahkan pengisian air ke dalam galon.



Gambar 2.5 Proses Pengolahan Air Minum Dengan Menggunakan Ozon Dan UV

## 2.4 Bakteriologi Dalam Air

Hampir di setiap badan air, dalam tanah, pada tumbuh-tumbuhan, kulit manusia dan hewan, serta dalam sistem pencernaan manusia dan hewan berdarah panas, terdapat jenis-jenis bakteri tertentu. Ada ribuan jenis bakteri dan setiap jenis mempunyai sifat-sifat sendiri. Sebagian besar dari jenis bakteri tersebut tidak berbahaya bagi manusia, bahkan ada yang bermanfaat bagi kehidupan manusia seperti bakteri pencernaan dan ada pula yang mempunyai peranan penting dalam lingkungan hidup kita.

Organisme-organisme tersebut tumbuh dalam suasana yang cocok bagi dirinya yaitu usus manusia dan hewan berdarah panas. Namun bila tinja seseorang yang sakit mengandung bakteri tersebut masuk ke badan air, maka bakteri-bakteri tersebut tetap hidup selama beberapa hari sebelum mati. Bila air tersebut diminum oleh manusia maka bakteri patogen masuk sekali lagi ke dalam usus manusia dan akan berkembang biak sehingga dapat menyebabkan penyakit. Jadi air disini berfungsi sebagai pembawa penyakit.

Mikroorganisme tersebut dapat berupa bakteri, virus, protozoa, ataupun cacing-cacing parasit. *Coliform bacteria* yang dikenal sebagai *Escherichia coli* dan *fecal streptococci (enterococci)* yang sering terdapat pada hewan-hewan berdarah panas dalam jumlah besar rata-rata sekitar 50 juta per gram tinjanya (Hammer, 1977).

Organisme ini merupakan organisme indikator yang meliputi *Escherichia coli* yang berasal dari saluran pencernaan makanan binatang berdarah panas.

Adanya organisme Coliform menunjukkan kemungkinan adanya patogen, baik virus ataupun bakteri (Soeparman, suparmin, 2002).

E.Coli adalah bakteri yang berbentuk batang gram negatif yang dapat membentuk spora. Pada umumnya tidak dapat memproduksi  $H_2S$ , tetapi beberapa strain mendapatkan plasmid dari salmonella sehingga mampu memproduksi gas  $H_2S$ . Spornya mudah dirusak oleh panas, germisida dan disinfektan pada konsentrasi rendah. Punya tiga jenis antigen yaitu O, H, dan K. Mempunyai sejumlah fimbriae atau pili sebagai alat melekat pada host. Bakteri ini biasanya dapat menyebabkan penyakit diare.

Bakteri golongan Coli ini berasal dari usus besar (*faeces*) dan tanah. Bakteri pathogen yang mungkin ada dalam air antara lain adalah :

- a. *Bakteri typhsum.*
- b. *Vibrio colerae.*
- c. *Bakteri dysentriae.*
- d. *Entamoeba hystolotica.*
- e. *Bakteri enteritis* (penyakit perut).

Air yang mengandung golongan Coli dianggap telah berkontaminasi (berhubungan) dengan kotoran manusia. Dengan demikian dalam pemeriksaan bakteriologik, tidak langsung diperiksa apakah air itu telah mengandung bakteri pathogen, tetapi diperiksa dengan indikator bakteri golongan Coli (Sutrisno, 1996).

Penentuan kualitas mikrobiologis sumber air dilatarbelakangi dasar pemikiran bahwa air tersebut tidak akan membahayakan kesehatan si peminum. Dan dalam konteks ini maka penentuan kualitas mikrobiologis air didasarkan terhadap analisis kehadiran jasad indicator yang selalu ditemukan dalam tinja manusia/hewan berdarah panas baik yang sehat maupun tidak. Jasad ini tinggal dalam usus manusia/hewan berdarah panas dan merupakan suatu bakteri yang dikenal dengan nama bakteri Coliform. Bila dalam sumber air ditemukan bakteri Coliform maka hal ini merupakan indikasi bahwa sumber tersebut telah mengalami pencemaran oleh kotoran manusia/hewan berdarah panas (Suriawiria, 1996).

Golongan bakteri Coli, merupakan jasad indikator di dalam substrat air, bahan-makanan, dan sebagainya untuk kehadiran jasad berbahaya, yang mempunyai persamaan sifat, gram negatif berbentuk batang, tidak membentuk spora dan mampu memfermentasikan kaldu laktosa pada temperatur 37°C dengan membentuk asam dan gas di dalam waktu 48 jam.

*Escherichia* sebagai salah satu contoh terkenal mempunyai beberapa spesies hidup di dalam saluran pencernaan makanan manusia dan hewan berdarah panas. *Escherichia coli* misalnya mula-mula diisolasi oleh Escherich pada tahun 1885 dari tinja bayi. Sejak diketahui bahwa jasad tersebut tersebar pada semua individu, maka analisis bakteriologi air minum ditujukan kepada kehadiran jasad tersebut. Walaupun adanya jasad tersebut tidak dapat memastikan adanya jasad patogen secara langsung, tetapi dari hasil yang

diperoleh, memberikan kesimpulan bahwa bakteri Coli dalam jumlah tertentu di dalam air, dapat digunakan sebagai indikator adanya jasad patogen (Suriawiria, 1996).

Pemakaian bakteri coliform ini dalam analisis bakteriologi air minum didasarkan pertimbangan-pertimbangan antara lain :

- a) Bakteri *Coliform* berasal dari/banyak terdapat dalam kotoran manusia (binatang berdarah panas).
- b) Terdapat dalam jumlah yang sangat banyak dan mudah cara mengidentifikasinya.
- c) Lebih tahan hidup di udara terbuka, agak lama dibandingkan dengan kuman-kuman patogen.

Dengan terdapatnya bakteri Coli dalam air tak berarti bahwa air tersebut mengandung kuman berbahaya, akan tetapi hanya menunjukkan bahwa air tersebut baru saja terkontaminasi oleh kotoran.

## 2.5 Pemeriksaan Bakteri Coliform

Pemeriksaan kuman golongan Coli (*coliform bacteri*) dapat dilakukan sebagai berikut :

- 1) Dengan cara "*the multiple tube fermentation technique*".

Ada tiga tahap pemeriksaan yaitu *presumptive test*, *confirm test* dan *completed test*.

a. Presumptive test (test pendugaan) :

*Presumptive test* didasarkan atas kenyataan bahwa *Coliform bakteri* dapat meragikan laktose dengan membentuk gas. Kedalam tabung laktose yang didalamnya terdapat medium laktose dan tabung Durham yang terbalik dituangkan contoh air yang akan diperiksa. Kemudian dieramkan selama 2 x 24 jam pada temperatur  $35^{\circ} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ . Jika dalam waktu 2 x 24 jam terbentuk gas pada tabung Durham, maka *presumptive test* dinyatakan positif yang berarti air yang diperiksa tersebut diduga mengandung *Coliform bakteri*. Sebaliknya bila tidak terbentuk gas dinyatakan *presumptive test* negatif yang berarti air tidak mengandung Coliform. Jika terjadi *presumptive test* positif, maka dilanjutkan dengan *confirm test* untuk memastikan adanya Coliform di dalam contoh air tersebut.

b. Confirm test (*tes penegasan*) :

Pada *Confirm test* digunakan medium : “*Brilliant Green Laktose Bile Broth (BGLB)*”, “*Eosin Metylene Blue Agar (EMB)*” atau Endo Agar.

Semua contoh air dari *presumptive test* positif dipindahkan ke dalam tabung yang berisi BGLB atau digeserkan ke dalam cawan Petri berisi EMB atau Endo agar. Jika dalam tabung BGLB ternyata terdapat gas setelah dieramkan selama 2 x 24 jam pada temperatur  $35^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ , maka *confirmed test* dinyatakan positif. Demikian pula bila di dalam

medium EMB atau Endo agar terdapat koloni yang tersangka, setelah dieramkan selama 24 jam pada  $35^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$  maka test disebut positif.

c. *Completed test* (test lengkap) :

Pada *completed test* digunakan medium : EMB endo agar dan laktose builyon serta agar miring. Semua contoh air dari *confirmed test* positif dilanjutkan dengan *completed test*. Contoh air dari *confirmed test* dengan BGLB digeserkan di atas EMB atau Endo agar, kemudian dieramkan pada  $35^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$  selama 24 jam. Dicari koloni *Coliform bakteri* dalam setiap lempeng. Jika ditemukan koloni tersangka, maka dipindahkan ke laktose builyon dan agar miring, kemudian dieramkan pada  $35^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$  selama 24 jam atau 48 jam. Dari agar miring dibuat sediaan dan dicat menurut gram untuk melihat adanya spora. *Completed test* dinyatakan positif bila terbentuk gas dalam medium laktose dan bersifat gram negatif serta tidak membentuk spora. Jika di dalam medium laktose tidak terbentuk gas dalam waktu 48 jam, test dinyatakan negatif. Demikian pula apabila tidak ada koloni yang tersangka pada EMB atau Endo agar, dinyatakan test negatif.

Khusus untuk pemeriksaan kuman golongan Coli yang berasal dari tinja (*fecal Coliform*) dilakukan sebagai berikut :

Suhu inkubasi dinaikkan untuk memisahkan kuman golongan Coli yang berasal dari tinja (*fecal Coliform*) dengan kuman golongan Coli yang tidak berasal dari tinja (*non fecal Coliform*). Semua tabung dari test

perkiraan (*presumptive test*) yang positif dipindahkan ke dalam tabung-tabung yang berisi medium *Boric Acid Laktose Broth* (BALB) yang telah dipanaskan terlebih dahulu, kemudian diinkubasikan pada suhu  $43^{\circ} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$  selama  $48 \pm 3$  jam. Jika dalam waktu  $48 \pm 3$  jam terbentuk gas dalam tabung peragian, dinyatakan positif dan menunjukkan adanya kuman golongan Coli tinja (*fecal Coliform*) dalam contoh air yang diperiksa.

Hasil pemeriksaan kuman golongan Coli (*Coliform*) dengan cara *multiple tube fermentation technique* dinyatakan dengan index MPN (*Most Probable Number*) yaitu perkiraan terdekat jumlah kuman golongan Coli. Index MPN merupakan index dari jumlah golongan Coli yang paling mungkin, yang berarti bukan perhitungan yang sebenarnya.

2) Dengan cara "*the membrane method*".

Cara *membrane method* dikembangkan oleh Jerman selama Perang Dunia kedua. Contoh air yang diperiksa disaring melalui cawan yang di dalamnya terdapat saringan (*membran saringan*). Setelah penyaringan, membran saringan diletakkan terbalik di atas absorbent yang berisi medium Endo dengan konsentrasi tinggi, kemudian diinkubasikan selama 20 jam pada suhu  $35^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ . Apabila tumbuh koloni dengan ciri-ciri warna gelap, jingga, mempunyai kilat logam maka dapat dipertimbangkan bahwa koloni tersebut berasal dari kuman golongan Coli. Jumlah koloni

dihitung sehingga dapat diperiksa jumlah kuman golongan Coli per 100 ml contoh air (Sanropie, 1984).

## 2.6 Hipotesa

Berdasarkan uraian di atas, maka dapat diajukan hipotesis sebagai berikut :

1. Dengan sistem pengolahan yang sangat sederhana, air minum isi ulang dapat dapat langsung diminum tanpa melalui proses pengolahan lanjutan.
2. Kualitas air minum isi ulang di sekitar jalan Magelang Yogyakarta dapat dikatakan 80 % steril untuk parameter bakteriologi berdasarkan metode pengolahan yang dilakukan, dengan tingkat efisiensi unit pengolahan yang baik.

