

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Peranan Air**

Air merupakan bahan yang sangat penting bagi hidupnya organisme, oleh karena itu air selalu penuh dengan benda-benda hidup. Manusia dan makhluk-makhluk lain yang tidak hidup di dalam air senantiasa mencari tempat-tempat tinggal dekat air supaya mudah mengambil air untuk keperluan kehidupannya, maka desa atau kota zaman dulu tumbuh di sekitar sumber air, di tepi sungai, atau di tepi danau. Sesudah manusia lebih maju, tempat tinggalnya tidak perlu dekat air dengan sumber jauh yang disalurkan dengan pipa dan didistribusikan (Prawiro, 1989).

Air merupakan salah satu sumber daya alam yang memiliki fungsi sangat penting bagi kehidupan dan perikehidupan manusia, serta untuk memajukan kesejahteraan umum, sehingga merupakan modal dasar pembangunan dan komponen lingkungan hidup yang penting bagi kelangsungan hidup (Anonim, 2001).

Pengertian air minum seharusnya dibedakan dengan air bersih. Air bersih dipergunakan untuk berbagai kepentingan rumah tangga seperti mandi, mencuci piring dan mencuci pakaian, tetapi tidak dapat langsung diminum, karena mungkin masih mengandung bakteri patogen (Darsono, 1995).

Air merupakan bahan yang sangat penting dan fungsinya bagi kehidupan tidak pernah bisa digantikan oleh senyawa lain. Tubuh manusia terdiri dari 65% air atau terdapat sekitar 47 liter air per orang dewasa. Setiap hari 2,5 liter dari

jumlah air tersebut harus digantikan dengan air yang terbaru. Diperkirakan dari jumlah air yang harus diganti 1,5 liter dari air minum dan sekitar 1 liter berasal dari bahan makanan yang di konsumsi (Ismail, 2000). Untuk tetap hidup air dalam tubuh tersebut harus dipertahankan. Kebutuhan air minum setiap manusia bervariasi dari 2,1 liter hingga 2,8 liter per hari. tergantung pada berat badan dan aktivitasnya (Suprihatin, 2001).

Kegunaan air bagi tubuh manusia antara lain untuk proses pencernaan, metabolisme, mengangkut zat-zat makanan dalam tubuh, mengatur keseimbangan suhu tubuh dan menjaga jangan sampai tubuh kekeringan. Apabila tubuh kehilangan banyak air maka akan mengakibatkan kematian, contohnya penderita penyakit kolera. Air selain di gunakan sehari-hari air digunakan untuk mandi, mencuci, minum dan masak dan dapat juga digunakan untuk menunjang kehidupan manusia, misalnya untuk pembangkit tenaga listrik, irigasi, keperluan industri, keperluan transportasi dan lain-lain (S Totok, 2002)

## **2.2 Sumber Air**

Pada prinsipnya, jumlah air di alam ini tetap dan mengikuti suatu aliran yang dinamakan *cyclus hydrology*. Untuk lebih jelasnya dijabarkan sebagai berikut :

Penyinaran matahari menyebabkan air di permukaan bumi akan menguap dan membentuk uap air. Karena adanya angin, maka uap air akan bersatu dan berada di tempat yang tinggi yang dikenal dengan awan. Angin akan membawa awan ke tempat yang makin tinggi, di mana pada tempat yang semakin tinggi, suhu semakin rendah yang menyebabkan terbentuknya titik-titik air dan jatuh ke

bumi sebagai hujan. Air hujan ini sebagian mengalir ke tanah, jika menjumpai lapisan rapat air, maka peresapan air akan berkurang dan sebagian air akan mengalir di atas lapisan rapat air ini. Jika air ini keluar pada permukaan bumi maka air ini disebut dengan mata air. Air permukaan yang mengalir di permukaan bumi umumnya berbentuk sungai-sungai dan jika melalui suatu tempat rendah (cekung) maka air ini akan berkumpul, membentuk suatu danau atau telaga. Tetapi banyak diantaranya yang mengalir ke laut kembalimengikuti siklus hidrologi ini (S Totok, 2002)

Jumlah dan jenis mikroorganisme di dalam air dipengaruhi oleh sumber air tersebut, (Waluyo, 2005) sumber air terdiri dari 4 bagian yaitu : air permukaan, air tanah, air atmosfer dan air laut.

### **2.2.1 Air permukaan**

Air permukaan adalah air hujan yang mengalir di permukaan bumi umumnya akan mendapat pengotoran selama pengalirannya, misalnya oleh lumpur, batang-batang kayu, daun-daun, limbah industri dan sebagainya. Air permukaan terletak pada tempat relatif terbuka, sehingga cenderung lebih mudah terkontaminasi/tercemar (Hiasinta A P, 2001). Secara umum air permukaan di bagi menjadi 2, yakni air sungai dan air rawa/danau.

Air sungai umumnya mempunyai derajat pengotoran yang tinggi dan dalam penggunaannya sebagai air minum haruslah mengalami suatu pengolahan yang sempurna. Sedangkan air rawa/danau kebanyakan berwarna yang disebabkan oleh adanya zat-zat organik yang telah membusuk, misalnya asam humus yang larut dalam air yang menyebabkan warna kuning coklat (Lud W, 2005)

### **2.2.2 Air Tanah**

Air tanah adalah air yang terdapat dalam tanah dan memerlukan cara tertentu untuk menaikan ke permukaan, misalnya dengan membuat sumur atau dengan menggunakan pompa (Hiasinta A P, 2001). Air tanah telah mengalami penyaringan secara alamiah melalui lapisan tanah serta letaknya terlindungi di dalam tanah menyebabkan air tanah lebih bersih dari pada air permukaan.

Air tanah meliputi air tanah dangkal, air tanah dalam dan mata air. Air tanah dangkal terdapat pada kedalaman 15 meter. Sebagai sumber air minum, air ini dari segi kualitas agak baik, sedangkan dari segi kuantitas kurang cukup dan tergantung pada musim. Air tanah dalam terdapat pada kedalaman 100-300 meter. Pada umumnya kualitas air tanah dalam lebih baik daripada air tanah dangkal karena penyaringannya lebih sempurna, terutama untuk bakteri (Lud W, 2005).

Mata air adalah air tanah yang keluar dengan sendirinya ke permukaan tanah, hampir tidak terpengaruh oleh musim, dan kuantitas serta kualitasnya sama dengan air tanah dalam (S Totok, 2002).

### **2.2.3 Air Atmosfir**

Air atmosfer adalah air yang asal pengambilannya dari air hujan (air hujan dan air salju). Air ini dalam keadaan murni sangat bersih tetapi sering terjadi pengotoran karena industri, debu dan sebagainya. Maka untuk menjadikan air hujan sebagai air minum hendaknya pada waktu penampungan air hujan jangan dimulai pada saat hujan mulai turun karena masih mengandung banyak kotoran (Lud W, 2005).

Air hujan mempunyai sifat agresif terutama terhadap pipa-pipa penyalur maupun bak-bak reservoir, sehingga hal ini akan mempercepat terjadinya korosi

(karatan). Air hujan juga mempunyai sifat lunak karena tidak/kurang mengandung larutan garam dan zat mineral sehingga terasa kurang segar, serta mengandung beberapa zat yang ada di udara seperti NH<sub>3</sub> dan CO<sub>2</sub> agresif sehingga bersifat korosif. Namun dari segi bakteriologis air hujan relatif lebih bersih tergantung pada tempat penampungannya.

#### **2.2.4 Air laut**

Mempunyai sifat asin karena mengandung garam NaCl yang kadarnya 3%. Oleh karena itu air laut tidak memenuhi syarat untuk air minum (Lud W, 2005).

### **2.3 Air Minum**

Air minum adalah air yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum. Dalam peraturan Materi Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010, Tentang syarat kualitas air minum dan Tata laksana pengawasan kualitas air minum di atur dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 736/MENKES/PER/VI/2010, yang dimaksud air minum adalah air yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum.(Menkes 2010).

Alasan kesehatan dan teknis yang mendasari penentuan standar kualitas air minum adalah efek-efek dari setiap parameter jika melebihi dosis yang telah ditetapkan. Pengertian standar kualitas air minum adalah batas operasional dari kriteria kualitas air dengan memasukan pertimbangan non teknis, misalnya kondisi sosial-ekonomi, target atau tingkat kualitas produksi, tingkat kesehatan yang ada teknologi yang tersedia. Sedangkan kriteria kualitas air merupakan

putusan ilmiah yang mengekspos hubungan dosis dan respon efek, yang diperkirakan terjadi kapan dan dimana saja unsur-unsur pengotoran mencapai atau melebihi batas maksimum yang ditetapkan, dalam waktu tertentu. Dengan demikian maka kriteria kualitas air merupakan referensi dari standar kualitas air (Anonim, 1989). Jenis-jenis air minum yang dimaksud adalah :

1. Air yang didistribusikan melalui pipa untuk keperluan rumah tangga.
2. Air yang didistribusikan melalui tangki air.
3. Air kemasan .
4. Air yang di gunakan untuk produksi bahan makanan dan minuman yang disajikan untuk masyarakat.

Berdasarkan PERMENKES RI Nomor : 492 / MENKES / PER / IV / 2010 tanggal : 19 April 2010, persyaratan kualitas air minum adalah sebagai berikut :

**Tabel 2.1 Persyaratan Kualitas Air Minum secara Bakteriologis**

No	Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
1	Air minum bakteri <i>fecal coli</i>	Jumlah per 100 ml sampel	0
2	Air minum bakteri <i>Non fecal coli</i>	Jumlah per 100 ml sampel	0

Sumber : Keputusan Menteri Kesehatan RI Nomor : 492 / MENKES / PER / IV / 2010

## 2.4 Sumber Air Minum

Dalam memilih sumber air baku, maka harus diperhatikan kualitasnya. Beberapa sumber air baku yang dapat digunakan, dikelompokkan sebagai berikut:

### 1. Air hujan

Air ini disebut dengan air angkasa. Beberapa sifat kualitas dari air hujan adalah sebagai berikut :

- a. Bersifat lunak karena tidak mengandung larutan garam dan zat-zat mineral
- b. Air hujan pada umumnya bersifat lebih bersih.
- c. Dapat bersifat korosif karena mengandung zat-zat yang terdapat di udara seperti NH<sub>3</sub>, CO<sub>2</sub> agresif, ataupun SO<sub>2</sub>.

## **2. Air permukaan**

Air permukaan yang biasanya dimanfaatkan sebagai sumber air baku adalah:

- a. Air Waduk (berasal dari air hujan ).
- b. Air Sungai (berasal dari air terjun dan mata air).
- c. Air Danau ( berasal dari air hujan , air sungai atau mata air ).

Pada umumnya air permukaan telah terkontaminasi dengan berbagai zat-zat yang berbahaya bagi kesehatan. Untuk mendapatkan kualitas air yang baik memerlukan pengolahan terlebih dahulu sebelum dikonsumsi oleh masyarakat.

## **3. Air tanah**

Air tanah banyak mengandung garam dan mineral yang terlarut pada air dalam lapisan-lapisan tanah. Secara praktis air tanah menutup kemungkinan bahwa air tanah dapat tercemar oleh zat-zat yang mengganggu kesehatan. Bila ditinjau dari kedalaman air tanah maka air tanah dibedakan menjadi air tanah dangkal dan air tanah dalam. Air tanah dangkal mempunyai kualitas lebih rendah dibanding kualitas air tanah dalam. Hal ini disebabkan air tanah dangkal lebih mudah mendapat kontaminasi dari luar dan fungsi tanah sebagai penyaring lebih sedikit.

#### **4. Mata air**

Dari segi kualitas, maka air adalah sangat baik bila dipakai sebagai air baku, karena berasal dari dalam tanah yang muncul ke permukaan tanah akibat tekanan, sehingga belum terkontaminasi oleh zat-zat pencemaran. Biasanya lokasi mata air merupakan daerah terbuka, sehingga mudah terkontaminasi oleh lingkungan sekitar. Contohnya : ditemui bakteri *fecal coli* pada mata air (Anonim, 1989).

##### **2.4.1 Kegunaan Air Minum**

Makhluk hidup seluruh bagian tubuhnya berkaitan dengan air. Air minum merupakan kebutuhan manusia paling penting. Seperti diketahui, kadar air tubuh manusia mencapai 68 persen, dan untuk tetap hidup air dalam tubuh tersebut harus dipertahankan. Padahal, kebutuhan air minum setiap orang bervariasi dari 2,1 liter hingga 2,8 liter per hari, tergantung pada berat badan dan aktivitasnya. Namun, agar tetap sehat, air minum harus memenuhi persyaratan fisik, kimia maupun bakteriologis (Suprihatin, 2004).

##### **2.4.2 Pengolahan air minum**

Pengolahan air minum adalah usaha-usaha teknis yang dilakukan untuk mengubah sifat-sifat suatu zat. Hal ini sangat penting artinya bagi air minum. Dengan perkembangan peradaban serta semakin banyaknya aktivitas manusia, maka mau tidak mau akan menambah pencemaran terhadap air. Laporan keadaan lingkungan di dunia Tahun 1992 menyatakan bahwa air sudah saatnya menjadi benda ekonomis, karena itu pengolahan sumber daya air penting. Pengolahan air minum dilakukan tergantung dari kualitas air baku yang digunakan baik pengolahan sederhana sampai dengan pengolahan yang kompleks. Pengolahan air



baku ini dimaksudkan untuk memperbaiki kualitas air sehingga aman dan tidak membahayakan bagi kesehatan masyarakat yang menggunakannya (Suriawiria, 1996).

## **2.5 Persyaratan Kualitas Air**

Persyaratan kualitas air minum (air yang aman untuk dikonsumsi langsung).tersebut Depot Air Minum Isi Ulang diatur dalam Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010, sedangkan Tata Laksana Pengawasan Kualitas Air Minum diatur dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor : 736/MENKES/PER/VI/2010. Air minum selain harus memenuhi persyaratan fisik dan kimia, juga harus memenuhi persyaratan mikrobiologis. Air minum

### **2.5.1 Syarat Kuantitatif**

Artinya bahwa air tersebut telah mencukupi sesuai dengan kebutuhan sehari- hari. Dalam hal ini banyaknya air ditentukan dengan tingkat kehidupan dari masyarakat tersebut. Untuk Negara yang sudah maju maka secara kuantitas kebutuhan air lebih banyak bila di dibandingkan dengan Negara-negara yang sedang berkembang

### **2.5.2 Syarat Kualitatif**

Air dari segi kualitas harus memenuhi beberapa parameter yaitu :

1. Parameter fisik
  - a. Air harus jernih (tidak keruh)
  - b. Air tidak berwarna
  - c. Air tidak berasa (tawar)

- d. Air tidak berbau
  - e. Suhu air harus sejuk ( $\pm 25^{\circ}\text{C}$ )
2. Parameter kimia
  3. Air minum tidak boleh mengandung racun , zat-zat mineral atau zat-zat kimia tertentu dalam jumlah melampaui batas yang telah ditetapkan.
  4. Parameter bakterologis  

Air minum tidak boleh mengandung bakteri-bakteri penyakit (patogen) samasekali dan tidak boleh mengandung bakteri golongan coli melebihi batas-batas yang telah ditentukan

(S Totok, 2002)

## **2.6 Air Minum Isi Ulang**

Air isi ulang merupakan refil dari air minum dalam kemasan (terutama gallon). Dan di produksi oleh depot air minum,yaitu usaha industri yang melakukan proses pengolahan air baku menjadi air minum dan menjual langsung kepada konsumen (Kepmenkes, 2010)

Pada dasarnya proses produksi air minum isi ulang terdiri dari filtrasi (penyaringan),desinfeksi dan pengisian. Penyaringan dimaksudkan untuk menghilangkan kotoran dan bau yang terkandung dalam air. Desinfeksi bertujuan untuk menghilangkan sebagian besar mikroba dan membunuh bakteri patogen dalam air. Pengisian merupakan tahap akhir berupa pengemasan air yang telah diproses.

Pedoman cara produksi yang baik depot air minum di atur melalui keputusan menteri perindustri dan perdagangan Nomor 651/MPP/Kep/10/2004 Tanggal 18 oktober 2004. Tahap awal produksi air minum isi ulang adalah

pengambilan air baku yang terlindung dari cemaran kimia dan mikrobiologi yang bersifat merusak/mengganggu kesehatan. Air tersebut harus diambil dari sumber yang terjamin kualitasnya, yakni berasal dari sumber air mata air yang jernih dan bersih. Tidak jarang sumur digali sampai ratusan meter di bawah lapisan tanah.

Air baku bersih yang diperoleh kemudian dimasukkan ke sebuah tangki untuk dilakukan proses sterilisasi, di pindahkan lagi pada tangki berikutnya melalui suatu filter. Biasanya menggunakan penyaringan bertahap, yaitu *sand filter* (untuk menyaring partikel-partikel yang kasar), *activated carbon filter* (penyerap bau, rasa, warna, sisa klor dan bahan organik) dan *micro filter* (sebagai saringan halus berukuran 10  $\mu$ l). Selanjutnya air yang berada pada tangki ke dua di proses desinfeksi.

Desinfeksi dimaksudkan untuk membunuh kuman patogen, dapat menggunakan ozon ( $O_3$ ) yang disebut ozonisasi, maupun dengan penyinaran ultra violet (UV) pada panjang gelombang 254 nm. Setelah diproses disinfeksi, air minum tersebut dimasukkan ke dalam botol kemasan dan siap untuk dipasarkan ke konsumen.

Penggunaan wadah/botol gallon yang di pakai ulang harus di cuci dan di sanitasi dalam mesin pencuci botol. Untuk membersihkan botol dapat menggunakan air bersih dengan suhu kira-kira 60°C - 85°C.

Pengisian dan penutupan botol dilakukan dengan mesin pengisian dalam ruang pengisian yang bersih. Sebelum dijual, untuk pertama kali produk air minum harus di lakukan pengujian mutu di laborotorium yang terakreditasi atau yang ditunjuk oleh pemerintahn kabupaten/kota. Pengujian mutu air minum wajib

memenuhi persyaratan Kepmenkes Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010, dengan cara pengambilan sample dari titik keluarnya air (pengisian).

## **2.7 Sanitasi Air**

Sanitasi merupakan bagian penting dalam proses pengolahan pangan yang harus di laksanakan dengan baik. Sanitasi dapat didefinisikan sebagai usaha pencegahan penyakit dengan cara menghilangkan atau mengatur factor-faktor lingkungan berkaitan dengan rantai perpindahan penyakit tersebut

Sanitasi air untuk proses pengolahan pangan di lakukan dengan tujuan menyediakan air yang memenuhi persyaratan serta menjamin tidak terjadinya kontaminasi makanan oleh air yang di gunakan selama tahap perparasi, pengolahan, maupun pencucian alat dan pekerja. sanitasi air meliputi serangkaian kegiatan sebagai berikut :

### **2.7.1 Penyaringan dan sedimentasi**

Tujuan proses penyaringan dan sedimentasi adalah menghilangkan benda-benda tersuspensi dengan ukuran besar dan mudah mengendap, serta partikel-partikel halus (koloidal)

### **2.7.2 Filtrasi**

Filtrasi bertujuan untuk menghilangkan partikel – partikel halus yang tertinggal setelah penyaringan dan sedimentasi. Filter yang digunakan umumnya berupa suatu alas penyangga dari benda granular. Contohnya : Filter pasir, arang aktif, atau campuran dari pasir, granit, antasit dan resin.

### **2.7.3 Klorinasi**

Klorinasi dilakukan sebagai proses desinfeksi air, yaitu untuk menginaktifkan bakteri dan virus patogen yang terdapat di dalam air. Istilah

klorinasi dalam desinfeksi air mengacu pada penggunaan klorin sebagai desinfektan, meskipun sebenarnya desinfeksi dapat pula dilakukan dengan menggunakan ozon atau sinar ultraviolet ( Hiasinta A.P, 2001)

## **2.8 Indikator Kualitas Air**

### **2.8.1 Bakteri *Non fecal coli***

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 48 jam (Suriawiria, 1996).

Bakteri *Non fecal coli* berdasarkan asal dan sifatnya dibagi menjadi dua golongan:

1. *Fecal coli*, seperti *Escherichia coli* yang betul-betul berasal dari tinja manusia dan hewan berdarah panas.
2. *Non fecal coli*, seperti *aerobacter* dan *Klebsiella* yang bukan berasal dari tinja manusia tetapi biasanya berasal dari hewan atau tanaman yang telah mati(Suriawiria, 1996).
3. Sifat-Sifat "*Non fecal coli Bacteria*" yang penting adalah:
  - a. Mampu tumbuh baik pada beberapa jenis substrat dan dapat mempergunakan berbagai jenis karbohidrat dan komponen organik lain sebagai sumber energi dan beberapa komponen nitrogen sederhana sebagai sumber nitrogen.
  - b. Mempunyai sifat dapat mensintesa vitamin.
  - c. Mempunyai interval suhu pertumbuhan antara 10-46,5 ° C.

- d. Mampu menghasikan asam dan gas gula.
- e. Dapat menghilangkan rasa pada bahan pangan.
- f. *Pseudomonas aerogenes* dapat menyebabkan pelendiran (Suriawiria, 1996).

### **2.8.2 Bakteri *fecal coli***

*Fecal coli* adalah kuman yang banyak ditemukan di dalam usus besar manusia sebagai flora normal. Sifat unik karena dapat menyebabkan infeksi primer pada usus, misalnya diare pada anak, seperti juga kemampuannya menimbulkan infeksi pada jaringan tubuh lain di luar usus. Jenis *fecal coli* terdiri dari 2 species yaitu: *Escherichia coli* dan *Escherichia hermanis* (Anonim,1991).

*Fecal coli* sebagai salah satu contoh terkenal mempunyai beberapa species hidup di dalam saluran pencernaan makanan manusia dan hewan berdarah panas. *fecal coli* mula-mula disolasi oleh *Escherich* (1885) dari tinja bayi. Sejak diketahui jasad tersebut tersebar pada semua individu, maka analisis bakteriologi air minum ditujukan kepada kehadiran jasad tersebut (Suriawiria, 1996).

## **2.9 Medium Pertumbuhan**

### **2.9.1 Media LB (*Lactose Broth*)**

Media yang digunakan untuk mengetahui ada tidaknya kehadiran bakteri *non fecal coli* (bakteri Gram negative) berdasarkan terbentuknya gas yang disebabkan karena fermentasi laktosa oleh bakteri golongan coli. Terbentuknya gas yang dihasilkan dapat dilihat dalam tabung Durham berupa gelembung udara. Tabung dinyatakan positif non coli fecal jika terbentuk gas sebanyak 10 % atau lebih dari volume di dalam tabung Durham.

### **2.9.2 Media BGLB (*Brilliant Green Lactose Bile Broth*)**

Media yang digunakan untuk mendeteksi bakteri *non fecal coli* (Gram Negatif) di dalam air, makanan, dan produk lainnya. Media ini dapat menghambat pertumbuhan bakteri Gram positif dan menggiatkan pertumbuhan bakteri *non fecal coli*. Adanya bakteri *non fecal coli* ditandai dengan terbentuknya gas yang disebabkan karena fermentasi laktosa oleh bakteri golongan coli (Fardias, 1989).

Supaya bakteri dapat tumbuh dengan baik dalam suatu medium, perlu dipenuhi syarat-syarat sebagai berikut:

- a. Mengandung semua nutrisi yang mudah digunakan oleh bakteri
- b. Mempunyai tekanan osmose, tegangan muka dan pH yang sesuai.
- c. Tidak mengandung zat-zat penghambat.
- d. Harus steril (Harijoto dan Widjowati. 1977)

## **2.10 Bahan – bahan Media**

### **2.10.1 Aquades**

Air mutlak perlu untuk kegiatan sel hidup, karena merupakan penyusun utama sel. Fungsi air yang lain adalah sebagai sumber oksigen dan pelarut. Air kran dapat mengandung garam kalsium atau magnesium yang dapat bereaksi dengan fosfat yang ada di dalam papton, ekstrak daging dan bahan-bahan lain dalam medium, dan membentuk garam fosfat yang tidak larut. Garam fosfat yang tidak larut ini akan mengendap setelah disterilisasi, karena itu untuk pembuatan media digunakan air suling.

### **2.10.2 Pepton**

Pepton merupakan bentuk hasil antara hidrolisa protein alam oleh enzim proteolitik, misalny tripsin, papain, dan lain-lain. Fungsi yang terpenting dari

pepton dalam medium adalah sebagai sumber nitrogen, juga karena asam amino merupakan senyawa yang bersifat amforter. Pepton juga merupakan sumber buffer yang baik.

### **2.10.3 Ekstrak daging**

Fungsi ekstrak daging adalah memberi substansi tertentu yang dapat merangsang aktivitas bakteri, yaitu enzim yang dapat mempercepat pertumbuhan bakteri.

### **2.10.4 Agar**

Agar berguna sebagai bahan pamadat medium.

### **2.10.5 Natrium Klorida (garam).**

Garam biasanya ditumbuhkan ke dalam media untuk menaikkan tekanan osmose, meskipun biasanya tidak perlu ditambahkan.

### **2.10.6 Senyawa anorganik**

Kebutuhan bakteri akan senyawa anorganik tidak banyak diketahui, tetapi unsur-unsur ini biasanya ditambahkan ke dalam medium, yaitu Na, Mg, K, Fe, S, dan P. Sedangkan unsur-unsur Cl, C, N dan H biasanya sudah terdapat dalam zat anorganik penyusun medium.

### **2.10.7 Senyawa yang dapat difermentasikan**

Senyawa yang dapat difermentasikan ini biasanya merupakan suatu karbohidrat gula. Senyawa ini mempunyai dua fungsi dalam medium, yaitu sebagai sumber energi dan memberi reaksi yang membantu identifikasi (Harijoto dan Widjowati, 1977).



## **2.11 Perhitungan Jumlah Perkiraan Terdekat (JPT) / *Most Probable Number* (MPN)**

Cara pemeriksaan secara bakteriologi dipergunakan untuk pemeriksaan air guna menentukan kualitasnya. Cara ini dimaksudkan untuk mengetahui derajat kontaminasi air oleh bahan buangan yang berasal dari manusia maupun hewan.

Kuman golongan coli (*Non fecal coli group*) sudah lama digunakan sebagai indikator untuk mengetahui adanya pengotoran air. Reaksi dan pembenihan (kultur) dari golongan coli telah dipelajari secara luas. Percobaan-percobaan memperlihatkan pentingnya kepekaan dari golongan coli sebagai kriteria dari derajat pengotoran yang ditunjukkan oleh hasil pemeriksaan bakteriologi. Kemajuan-kemajuan dalam tehnik pemeriksaan bakteriologi, meningkatkan pula kepekaan dari pemeriksaan golongan coli dengan cara peragian dengan tabung, sehingga cara ini dapat diterima sebagai metode standar.

Hasil pemeriksaan golongan coli dengan sistim tabung dinyatakan dengan index MPN (Most Probable Number) atau JPT (Jumlah Perkiraan Terdekat Kuman golongan coli). Indeks ini merupakan indeks dari jumlah kuman golongan coli yang paling mungkin, dan bukan perhitungan yang sesungguhnya. Walaupun begitu hasil ini memberikan angka yang dapat digunakan untuk menunjukkan kualitas air (Widjowati dan Harijoto, 1977).

Pemeriksaan Bakteriologi dengan Metode MPN terdiri dari presumptive Test (Test perkiraan) dan konfirmative (test penegasan). Media yang dapat digunakan untuk presumptive tes merupakan media yang paling sering digunakan. Untuk konfirmative test digunakan media brilliant green lactose bile broth dalam metode MPN.

Beberapa ciri penting suatu indikator ialah : ditemukan dalam air tercemar, terdapat dalam air bila ada bakteri patogen, jumlah mikroorganisme indikator berkorelasi dengan kadar polusi, mempunyai kemampuan bertahan hidup yang lebih lama daripada patogen, tidak berbahaya bagi manusia dan hewan, terdapat dalam jumlah yang lebih banyak dari pada patogen, serta mudah dideteksi dengan tehnik laboratorium yang sederhana.

Adanya pencemaran bakteri patogen di dalam air umumnya dideteksi melalui kelompok *non fecal coli* sebagai indikator dan dengan adanya bakteri *fecal coli*. Bakteri dari jenis tersebut selalu terdapat di dalam kotoran manusia, sedangkan bakteri patogen (penyebab penyakit) tidak selalu ditemukan bakteri dari kelompok *non fecal coli* secara keseluruhan tidak umum hidup atau terdapat didalam air, sehingga keberadaannya di anggap sebagai petunjuk terjadinya pencemaran kotoran dalam arti luas, baik dari kotoran manusia maupun hewan (Hiasinta A P, 2001).

Kelompok *Non fecal coli* merupakan anggota famili *Enterobacteriaceae* yang secara alami hidup dalam pencernaan dan dapat di jumpai di udara, di dalam tanah, maupun pada tanaman yang membusuk (sampah). Bakteri *Non fecal coli* adalah mikroorganisme yang biasa hidup dalam pencernaan manusia atau hewan berdarah panas yang dalam batas batas tertentu mirip dengan *fecal coli*. Kelompok *non fecal colil* mempunyai karakteristik bakteri gram negatif bentuk batang, tidak mempunyai spora, tumbuh di lingkungan aerob atau fakultatif anaerob, serta mampu memfermentasi laktosa dengan membentuk gas dan asam pada suhu 37°C dalam waktu kurang dari 24 jam.

Berdasarkan habitatnya, bakteri *non fecal coli* dibedakan atas 2 grup, yaitu *fecal coli* dan *non fecal coli*. *fecal coli* misalnya *Escherichia coli*. Bakteri interik ini merupakan penghuni normal saluran pencernaan manusia dan hewan berdarah panas. *Coli fecal* bersifat motil, tidak berbahaya dalam usus tetapi pada kandung kemih menyebabkan sistitis ( peradangan selaput lendir kandung kemih).

*Non fecal coli* adalah *Enterobacter aerogenes*, *Klebsiella sp* dan *Enterobacter sp*. Umumnya ditemukan hidup bebas di alam, dapat ditemukan di dalam tanah dan hanya terdapat dalam jumlah kecil. *Non fecal coli* bersifat motil, koloni kurang mucoid, mempunyai kapsul tipis dan menyebabkan *urinary track infection* dan *sepsis*. Sedangkan *Klebsiella pneumoniae* dikenal patogen untuk saluran nafas dan saluran kencing, Koloninya mucoid mempunyai kapsul polisakarida dan tidak begitu motil.

**Tabel 2.2 Ciri dan reaksi Spesifik untuk membedakan family *Non coli fecal***

<b>Ciri / reaksi</b>	<b><i>Escherichia</i></b>	<b><i>Citrobacter</i></b>	<b><i>Klebsiella</i></b>	<b><i>Enterobacter</i></b>
Flagel	Peritrikus non motil	Peritrikus	-	Peritrikus
Kapsul	-	-	+	+ / -
Indol	+	**	*	-
Metil Merah	+	+	**	+
VP	-	-	**	+
Sitrat	-	+	*	+

Sumber : Volk W A, Wheeler M F, 1993

**Tabel 2.3 Perbedaan reaksi IMVC *Escherichia coli* dan *enterobacter aerogenes***

<b>Bakteri</b>	<b>Indol</b>	<b>Metil Merah</b>	<b>Voges Proskauer</b>	<b>Citrat</b>
<i>Escherichia coli</i>	+	+	-	-
<i>Enterobacter aerogenes</i>	-	-	+	+

Sumber : Volk W A, Wheeler M F, 1993

Keterangan :

Indol :

+ = Terbentuk cincin warna merah

- = Tidak terbentuk cincin warna merah

Metil Merah dan VP:

+ = Terbentuk warna merah

- = Tidak terbentuk warna merah

\* = reaksi + / - bergantung strain ( galur )

\*\* = reaksi + / - bergantung spesies ( jenis )

### **2.11.1 Patogenitas *Non fecal coli***

Bakteri *Non fecal coli* merupakan sebagian besar flora normal usus. Umumnya bakteri ini tidak menyebabkan penyakit, tetapi dapat membantu fungsi normal dan nutrisi. Organisme ini menjadi patogen bila mencapai jaringan di luar saluran pencernaan khususnya saluran kemih, saluran empedu, paru-paru peritorium atau selaput otak serta dapat menyebabkan peradangan pada tempat-tempat tersebut. Bila daya tahan tuan rumah tidak kuat, khususnya pada bayi baru lahir, pada usia tua, pada stadium terminal penyakit-penyakit lain, setelah penekanan imun atau dengan katerisasi vena atau uretra yang terus menerus, bakteri *Non fecal coli* dapat mencapai aliran darah dan dapat menyebabkan sepsis (Pestariati,2010)

### **2.11.2 Identifikasi *Non fecal coli***

#### **1. Mikroskopis**

*Non fecal coli* berbentuk batang gram negatif, sering membentuk rantai.

Kapsul : a. Jarang pada *fecal coli*.

- b. Sering di bentuk oleh *non fecal coli*
- c. Besar dan teratur pada *Klebsiella*

- Motilitas :
- a. Sebagian besar strain *fecal coli* (+)
  - b. Beberapa strain *non fecal coli* (+)
  - c. *Klebsiella* (-)

## 2. Kultur

- a. *E.coli* : Bulat, Konvek, Smooth, Hemolisa
- b. *Enterobacter* : Mirip *E. coli*, tetapi agak mucoid
- c. *Klebsiella* : Koloninya besar, sangat mucoid

### 2.11.3 Karakteristik Pertumbuhan *Non fecal coli*

Salah satu tes biokimia untuk identifikasi kuman *Enterobacteriaceae* adalah test fermentasi karbohidrat.

Prinsip : menentukan kemampuan organisme untuk melakukan fermentasi karbohidrat tertentu yang bergabung dalam medium dasar dan membentuk asam atau asam dengan gas yang dapat dilihat.

### 2.11.4 Analisis *Non fecal coli* dengan Metode MPN (Most Probable Number)

Metode MPN (Most Probable Number) atau sering disebut Jumlah Perkiraan Terdekat (JPT) adalah suatu cara pemeriksaan untuk mengetahui jumlah *Non fecal coli* dengan cara fermentasi tabung ganda. Metode MPN merupakan uji deretan tabung yang menyuburkan pertumbuhan *Non fecal coli* sehingga diperoleh nilai untuk menduga jumlah *Non fecal coli* dalam sampel yang di uji. Jumlah *Non fecal coli* ini bukan perhitungan yang tepat namun merupakan angka yang mendekati jumlah sebenarnya.

Pada umumnya metode MPN menggunakan dua seri tabung dengan jenis ragam, yaitu ragam I (5-1-1) dan ragam II (5-5-5). Ragam I digunakan untuk pemeriksaan terhadap sampel yang diolah atau diperkirakan mempunyai angka kuman rendah, sedangkan ragam II digunakan untuk pemeriksaan terhadap sampel yang belum diolah atau diperkirakan mempunyai angka kuman tinggi.

Kedua jenis ragam pemeriksaan dengan metode MPN ini dapat dilakukan terhadap jenis kuman yang akan diperiksa, baik itu golongan *Non fecal coli* atau *fecal coli* dimana yang membedakan adalah temperatur incubasinya, yaitu pada media suhu 37°C untuk *Non fecal coli* sedangkan suhu 44°C untuk golongan *fecal coli* dalam waktu 24 jam ( Srikandi F, 1993)

**a. Uji Perkiraan (Presumptive Test)**

Sampel yang telah ditanamkan ke dalam media laktosa diincubasi selama 24 jam pada suhu 37°C. Uji dinyatakan positif bila terbentuk gas di dalam tabung Durham. Apabila setelah 24 jam masa inkubasi tidak tampak menghasilkan gas maka inkubasi dilanjutkan selama 24 jam kedua. Apabila setelah 2x24 jam tetap tidak ada terbentuk gas, maka pemeriksaan dianggap selesai dan nilai MPN adalah nol. Namun bila dalam 24 jam sudah terbentuk gas maka langkah berikutnya dilakukan uji penegasan.

**b. Uji Penegasan (Comfirmative Test)**

Dari tabung uji perkiraan yang menunjukkan hasil positif dilakukan penanaman pada media BGLB (Brilliant Green Laktosa Bile Broth). Yang pertama Di incubasi pada suhu 37°C selama 24 jam, dan di incubasi pada suhu 44°C. Bila pada tabung BGLB terlihat gas di dalam tabung durham, maka catat dan cocokkan dengan tabel MPN.

**c. Uji Komplit (Completed Test )**

Dari tabung uji penegasan yang menunjukkan hasil positif baik di incubasi suhu 37°C dan 44°C dilakukan penanaman pada media EMB (Eosine Methylin Blue) dilanjutkan ke media KIA (Klinger Iron Agar) dan diteruskan ke Media IMViC (Indol, Methyl Red/MR, Voges Proskover /VP, Simone Citrate Agar) dan dibaca pada tabel perbedaan reaksi IMViC *fecal coli* dan *non fecal coli*.