

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Air Minum**

Air minum merupakan kebutuhan hidup yang tidak dapat dipisahkan dari kebutuhan sehari-hari. Air yang layak minum harus memenuhi baku mutu air minum seperti yang tercantum dalam peraturan Menteri Kesehatan RI NOMOR.492/MENKES/PER/IV/2010. Serta dalam kaitannya dengan penelitian ini yaitu air minum dalam kemasan, dimana mutu air yang diteliti harus sesuai dengan peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) nomor HK.00.06.1.52.4011 tahun 2009 yang menyatakan bahwa air minum dalam kemasan setidaknya mengandung kurang dari 2 per 100 ml APM koliform serta negatif mengandung *Salmonella sp* per 100 ml dan *Pseudomonas aeruginosa* per ml, serta nilai angka lempeng total tidak lebih dari  $1 \times 10^5$  koloni/ml. Bakteri koliform dijadikan indikator alami kehadiran materi fekal, dimana jika pada suatu bahan atau benda didapatkan bakteri ini, maka substrat atau benda tersebut sudah dikenal atau dicemari oleh materi fekal (Suriawiria, 1995).

#### **B. Kualitas Air**

Pengadaan air bersih untuk kepentingan rumah tangga : untuk air minum, air mandi, dan keperluan lainnya, harus memenuhi persyaratan yang sudah ditentukan sesuai peraturan internasional (WHO dan APHA) ataupun peraturan nasional atau setempat. Dalam hal ini kualitas air bersih di Indonesia harus memenuhi persyaratan yang tertuang dalam peraturan Menteri Kesehatan RI NOMOR.492/MENKES/Per/IV/2010.

Persyaratan tersebut menyangkut :

### 1. Parameter Wajib

a. Parameter yang berhubungan langsung dengan kesehatan, yaitu :

#### 1) Parameter Mikrobiologi

Parameter mikrobiologi ini mengatur bahwa dalam 100 ml air, kandungan *Escherichia coli* dan total bakteri koliform adalah 0/100 ml sampel.

#### 2) Parameter Kimia An-organik

Parameter kimia an-organik meliputi batas maksimum kandungan arsen, fluorida, kandungan kromium, kadmium, nitrit (sebagai  $\text{NO}_2$ ), nitrat (sebagai  $\text{NO}_3$ ), sianida dan selenium.

b. Parameter yang tidak berhubungan langsung dengan kesehatan, yaitu :

#### 1) Parameter Fisik

Parameter ini meliputi bau, warna, total zat padat terlarut, kekeruhan, rasa dan suhu.

#### 2) Parameter Kimiawi

Parameter ini meliputi batas kandungan maksimum dari aluminium, besi, kesadahan, klorida, mangan, pH, seng, sulfat, tembaga dan amonia.

### 2. Parameter Tambahan

a. Parameter Kimiawi

#### 1) Bahan Anorganik

Meliputi batas maksimum dari air raksa, antimon, barium, boron, molybdenum, nikel, sodium, timbal dan uranium.

#### 2) Bahan Organik

Meliputi batas maksimum dari zat organik ( $\text{KMnO}_4$ ) karbon tetraklorida, diklorometan, 1-2 -dikloroetan, 1,2 -dikloroeten, trikloroeten, tetrakloroeten, benzen, toluen, *xylenes*, etilbenzen, *styrene*, 1,2 -diklorobenzen, 1,4 -diklorobenzen, di (2-etilheksil)

*phthalate*, akrilamid, epiklorohidrin, hexaklorobutadien, asam etilendiamin tetraasetat, asam nitril asetat.

3) Pestisida

Meliputi batas maksimum dari alaklor, aldicarb, aldrin dan dieldrin, atrazin, karbofuran, chlordane, klorotoluron, DDT, 1,2 – Dibromo-3-kloropropan, 2,4 –asam diklorofenoksiasetat (2,4 D), 1,2 –Dikloropropan, isoproturon, lindane, MCPA, metoksilklor, metolaklor, molinat, pendimetalin, pentaklorofenol, permetrin, simazin, trifluralin, klorofenoksi herbisida selain 2,4 –D dan MCPA, 2,4 –DB, dikloroprof, fenoprof, mecoprof, 2,4,5 –asam triklorofenoksiasetat.

4) Desinfektan dan Hasil Sampingannya

Meliputi batas maksimum dari klorin, bromat, kloral, kloril, klorofenol, 2,4,6 –Triklorofenol, bromoform, dibromoklorometane, bromoklorometan, kloroform, asam dikloroasetat, asam trikloroasetat, dikloroasetonitril, dibromoasetonitril, sianogen klorida.

b. Radioaktifitas

Meliputi batas maksimum dari *gross alpha activity* dan *gross beta activity*.

Sementara itu, berdasarkan kaitannya dengan penelitian ini, kualitas air minum dalam kemasan mengacu pada peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) nomor HK.00.06.1.52.4011 tahun 2009, dimana setiap komponen yang diperkenankan berada di dalamnya harus sesuai. Sedangkan syarat untuk mendirikan usaha depot air minum isi ulang sendiri telah diatur dalam keputusan Menteri Perindustrian dan Perdagangan RI No.651/MPP/kep/10/2004.

### C. Depot Air Minum

Air minum isi ulang merupakan air minum yang berasal dari usaha industri yang melakukan proses pengolahan air baku menjadi air minum dan menjual langsung kepada konsumen. Proses pengolahan air pada depot air minum pada prinsipnya adalah filtrasi (penyaringan) dan desinfeksi. Proses filtrasi dimaksudkan selain untuk memisahkan kontaminan tersuspensi juga memisahkan 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).

Peraturan yang mengatur usaha depot air minum isi ulang adalah peraturan yang dikeluarkan oleh menteri Perindustrian dan Perdagangan RI No.651/MPP/kep/10/2004 dimana persyaratan yang tercantum dalam peraturan tersebut meliputi persyaratan air baku yang digunakan, proses pengolahan, serta mesin/alat yang digunakan.

#### 1. Air Baku

Air baku yang digunakan depot air minum harus memenuhi standar mutu yang ditetapkan dalam peraturan menteri kesehatan. Selain itu depot air minum juga harus melakukan pengawasan secara periodik terhadap mutu air baku yang ditunjukkan dengan hasil uji laboratorium dari pemasok. Pengujian terhadap air baku juga wajib dilakukan minimal tiga bulan sekali untuk analisa koliform dan dua kali dalam setahun untuk analisa kimia dan fisika secara lengkap, dimana pengujian dilakukan di laboratorium yang ditunjuk oleh pemerintah Kabupaten/Kota yang telah terakreditasi. Depot air minum juga dilarang mengambil air baku yang berasal dari air PDAM yang ada pada jaringan distribusi untuk rumah tangga. Serta untuk transportasi air baku dari lokasi sumber air baku ke depot air minum harus menggunakan tangki pengangkut air yang tara pangan (*food grade*).

## 2. Proses Pengolahan

Proses pengolahan air minum di depot air minum meliputi penampungan air baku, penyaringan/filterisasi, desinfeksi dan pengisian.

## 3. Mesin dan Peralatan Produksi

Mesin dan peralatan produksi yang digunakan dalam depot air minum harus terbuat dari bahan yang tara pangan (food grade), tahan korosi, serta tidak bereaksi dengan bahan kimia. Depot air minum juga sekurang-kurangnya memiliki alat seperti bak atau tangki untuk menampung air baku, dan untuk pengolahannya terdiri dari :

- a. Prefilter, yang berfungsi untuk menyaring partikel-partikel yang kasar, dengan bahan dari pasir atau jenis lain yang efektif dengan fungsi yang sama,
- b. Karbon filter, yang berfungsi sebagai penyerap bau, rasa, warna, sisa klor dan bahan organik,
- c. Filter lain, yang berfungsi sebagai saringan halus berukuran maksimal 10 micron,
- d. Alat desinfeksi (ozonisai dan atau U dengan panjang gelombang 254 nm) yang berfungsi untuk membunuh kuman patogen.

### **D. Bakteri Indikator Keamanan Air Minum**

Dalam bidang mikrobiologi pangan dikenal istilah bakteri indikator sanitasi. Dalam hal ini, pengertian pangan adalah pangan seperti yang tercantum pada Undang-Undang Pangan Nomor 7 tahun 1996 yang mencakup makanan dan minuman (termasuk air minum). Bakteri indikator sanitasi adalah bakteri yang keberadaannya dalam pangan menunjukkan bahwa air atau makanan tersebut pernah tercemar oleh feses manusia. Bakteri-bakteri indikator sanitasi umumnya adalah bakteri yang lazim terdapat dan hidup pada usus manusia. Jadi, adanya bakteri tersebut pada air atau makanan menunjukkan bahwa dalam satu atau lebih tahap pengolahan air atau makanan pernah mengalami kontak dengan feses yang berasal dari usus manusia dan oleh karenanya mungkin mengandung bakteri patogen lain yang berbahaya.

Parameter cemaran mikroba yang digunakan pada penelitian ini adalah sesuai dengan Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan RI No. HK.00.06.1.52.4011 tahun 2009 (Anonim, 2009).

**Tabel 1. Batas Maksimum cemaran Mikroba pada air minum dalam kemasan BPOM**

Nomor	Jenis makanan	Jenis cemaran mikroba	Batas maksimum
1	Air Minum Dalam Kemasan	ALT awal (30 <sup>0</sup> C, 72 jam )	1x10 <sup>2</sup> koloni/ml
		ALT akhir (30 <sup>0</sup> C, 72 jam )	1x10 <sup>5</sup> koloni/ml
		APM koliform	<2/100ml
		Salmonella sp.	Negatif/100ml
		Pseudomonas Aeruginosa	Negatif/ml

## E. Deskripsi Bakteri

### 1. Koliform

Menurut Suriawiria (2003), bakteri termasuk bentuk koli dapat dibagi menjadi dua golongan berdasarkan asal dan sifatnya, yaitu :

- Koli fekal : bakteri yang betul – betul berasal dari feses manusia seperti *Escherichia coli*
- Koli non-fekal : bakteri yang bukan berasal dari feses manusia, tetapi mungkin berasal dari sumber lain seperti *Aerobacter* dan *Klebsiella*

Bakteri jenis koli merupakan jasad indikator di dalam substrat air, bahan makanan, dan sebagainya. Golongan koli mempunyai ciri-ciri gram negatif, berbentuk batang, tidak membentuk spora, dan mampu memfermentasikan kaldu laktosa pada temperatur 37 °C dengan membentuk asam dan gas dalam 48 jam (Suriawiria, 2003).

### 2. *Salmonella sp*

Berdasarkan taksonominya, *Salmonella sp* dapat digolongkan sebagai berikut :

Kingdom : Bacteria  
 Filum : Proteobacteria  
 Kelas : Gamma Proteobacteria

Ordo : Enterobacteriales  
 Famili : Enterobacteriaceae  
 Genus : Salmonella  
 Spesies : *Salmonella sp*

*Salmonella sp* merupakan bakteri gram negatif yang tidak berspora dan berbentuk batang dimana mempunyai hubungan yang sangat erat dengan sifat morfologi dan fisiologi dari jenis yang lain dalam famili *Enterobacteriaceae*. *Salmonella sp* bersifat motil, menghasilkan asam dan gas dari glukosa, maltosa, mannitol, dan sorbitol, tidak dapat memfermentasikan laktosa, sukrosa, atau salisin, tidak membentuk indol, tidak mengkoagulasikan susu, dan tidak mencairkan gelatin. *Salmonella sp* bersifat parasit pada manusia dan hewan serta menyebabkan reaksi peradangan pada traktus intestinal (Widiyastika, 2008).

### 3. *Pseudomonas aeruginosa*

Berdasarkan taksonominya, *Pseudomonas aeruginosa* dapat digolongkan sebagai berikut :

Kingdom : Bacteria  
 Filum : Proteobacteria  
 Kelas : Gamma Proteobacteria  
 Ordo : Pseudomonadales  
 Famili : Pseudomonadaceae  
 Genus : Pseudomonas  
 Spesies : *Pseudomonas aeruginosa*

*Pseudomonas aureginosa* tersebar luas di alam dan biasanya terdapat di lingkungan yang lembab, *Pseudomons aeruginosa* bergerak dan berbentuk batang, berukuran 0,6 x 2  $\mu\text{m}$ . Bakteri ini gram negatif dan terlihat sebagai bakteri tunggal, berpasangan, dan kadang-kadang membentuk rantai yang pendek. Tumbuh baik pada suhu 37 °C – 42 °C.

Pertumbuhan pada suhu 42 °C membedakan spesies ini dari jenis lain. Bakteri ini adalah aerob obligat yang tumbuh dengan mudah pada banyak jenis pembedaan biakan, kadang-kadang menghasilkan bau yang manis menyerupai anggur dan membentuk koloni halus bulat dengan warna berfluoresensi kehijauan. Semua spesies *Pseudomonas* dapat tumbuh baik dalam sampel nutrient agar dan dalam kebanyakan media selektif seperti *Eosin Methylen Blue* (EMB) dan *Mc Conkey Agar* (Jawetz, 1996).

#### **F. Jenis Pengolahan Air**

Proses sanitasi air dapat dilakukan dengan beberapa cara yaitu (Widiyanti dan Risdianti , 2004) :

##### **1. Pemanasan**

Sanitasi air yang paling sederhana dengan memanaskan air hingga titik didih.

##### **2. Dengan Klorinasi atau Pencampuran Kaporit Kedalam Air**

Konsentrasi sekitar 2 ppm cukup untuk membunuh bakteri. Penggunaan kaporit akan menimbulkan bau pada air dan untuk menghilangkannya diperlukan proses penyaringan dengan media karbon aktif.

##### **3. Penggunaan Senyawa Perak**

Alternatif ini jarang digunakan. Biasanya yang digunakan adalah perak nitrat, dengan mencampurkannya ke dalam air. Penggunaan ini biasanya untuk keadaan terdesak, misalnya tentara pada waktu perang atau petugas survei yang harus bekerja di tempat yang jauh dan tak ada air bersih.

##### **4. Dengan Ultraviolet**

Air dialirkan melalui tabung dengan lampu ultraviolet berintensitas tinggi, sehingga bakteri terbunuh oleh radiasi sinar ultraviolet. Yang harus diperhatikan adalah intensitas lampu ultraviolet yang dipakai harus cukup. Untuk sanitasi air yang efektif diperlukan intensitas sebesar 30.000 MW. Radiasi sinar ultraviolet dapat membunuh semua jenis mikroba bila intensitas dan waktunya cukup. Tidak ada residu atau hasil samping dari

proses penyinaran dengan UV. Namun, agar efektif lampu UV harus dibersihkan secara teratur dan harus diganti paling lama satu tahun. Air yang akan disinari dengan UV harus telah melalui filter halus dan karbon aktif untuk menghilangkan partikel tersuspensi, bahan organik, dan Fe atau Mn (jika konsentrasinya cukup tinggi).

## 5. Ozonisasi

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

## G. Angka Lempeng Total (ALT)

Angka lempeng total yaitu perhitungan jumlah tidak berdasarkan kepada jenis, tetapi terhadap golongan atau kelompok besar mikroorganisme umum seperti bakteri, *microalgae*, ataupun kelompok bakteri tertentu. Angka Lempeng Total (ALT) bakteri ditentukan berdasarkan penanaman bahan dalam jumlah dan pengenceran tertentu ke dalam media yang umum untuk bakteri (Suriawiria, 2003).

Cara untuk menghitung jumlah koloni pada angka lempeng total menggunakan standar yang disebut dengan *standar plate count* (Fardiaz, 1992) yaitu sebagai berikut :

1. Cawan yang dipilih dan dihitung adalah yang mengandung jumlah koloni antara 30 sampai 300.
2. Beberapa koloni yang bergabung menjadi satu merupakan satu kumpulan koloni yang besar dimana jumlah koloninya diragukan dapat dihitung sebagai satu koloni.
3. Satu deretan koloni yang terlihat sebagai suatu garis tebal dihitung sebagai satu koloni.

Untuk melaporkan hasil analisa mikrobiologi digunakan suatu standar yang disebut *standar plate count* (SPC). Dipilih cawan petri dari satu pengenceran yang menunjukkan jumlah koloni antara 30 – 300. Jumlah koloni rata-rata dari kedua cawan dihitung lalu dikalikan dengan faktor pengencerannya. Hasil dinyatakan sebagai Angka Lempeng Total dalam tiap gram contoh. Bila ditemui jumlah koloni kurang dari 30 atau lebih dari 300, maka diikuti petunjuk sebagai berikut (Fardiaz, 1992):

1. Bila hanya salah satu diantara kedua cawan yang menunjukkan jumlah antara 30 – 300 koloni, dihitung rata-rata dari kedua cawan dan dikalikan dengan faktor pengenceran.
2. Bila pada cawan petri dari dua tingkat pengenceran yang berurutan menunjukkan jumlah antara 30 – 300 koloni, maka dihitung jumlah koloni dan dikalikan faktor pengenceran kemudian diambil angka rata-rata. Jika pada tingkat pengenceran yang lebih tinggi didapati jumlah koloni lebih besar dari dua kali jumlah koloni yang seharusnya, maka dipilih tingkat pengenceran terendah (misal pada pengenceran  $10^{-2}$  diperoleh 140 koloni dan pada pengenceran  $10^{-3}$  diperoleh 32 koloni, maka dipilih jumlah koloni pada tingkat pengenceran  $10^{-2}$ ).
3. Bila jumlah seluruh cawan petri tidak ada satupun yang menunjukkan jumlah antara 30 – 300 koloni, maka dicatat angka sebenarnya dari tingkat pengenceran terendah dan dihitung sebagai Angka Lempeng Total Perkiraan.
4. Bila tidak ada pertumbuhan pada semua cawan dan disebabkan karena faktor inhibitor, maka Angka Lempeng Total dilaporkan sebagai kurang dari satu dikalikan faktor pengenceran terendah.
5. Bila jumlah koloni per cawan lebih dari 3000, maka cawan dengan tingkat pengenceran tertinggi dibagi dalam sektor (2, 4 atau 8). Jumlah koloni dikalikan dengan faktor pembagi dan faktor pengencerannya. Hasil dilaporkan sebagai Angka Lempeng Total Perkiraan.

6. Bila jumlah koloni lebih dari 200 pada 1/8 bagian cawan, maka jumlah koloni adalah  $200 \times 8 \times$  faktor pengenceran. Angka Lempeng Total Perkiraan dihitung sebagai lebih besar dari jumlah koloni yang diperoleh.

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

Berbeda dengan metode hitungan cawan dimana digunakan medium padat, dalam metode MPN digunakan medium cair di dalam tabung reaksi, dimana perhitungan dilakukan berdasarkan jumlah tabung yang positif yaitu yang ditumbuhi jasad renik setelah inkubasi pada suhu dan waktu tertentu. Pengamatan tabung yang positif dapat dilihat dengan mengamati adanya kekeruhan, atau terbentuknya gas di dalam tabung kecil (tabung Durham) yang diletakkan pada posisi terbalik, yaitu untuk jasad renik pembentuk gas.

Ditentukan nilai MPN berdasarkan tabung – tabung uji pada uji duga positif. Setelah diketahui jumlah tabung yang positif, kemudian dicocokkan dengan tabel MPN sehingga diperoleh angka MPN. Uji yang dilakukan memakai tabung tiga seri sehingga digunakan tabel MPN tiga seri juga.