

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Definisi Air**

Air merupakan senyawa kimia yang sangat penting bagi kehidupan makhluk hidup di bumi ini. Tubuh manusia terdiri dari sekitar 65% air, makhluk hidup yang kekurangan air cukup banyak dapat berakibat fatal atau bahkan mengakibatkan kematian. Manusia memerlukan 2,5-3 liter air untuk minum dan makan kebutuhan air minum setiap orang bervariasi tergantung pada berat badan dan aktivitasnya dari 2,1 liter hingga 2,8 liter per hari. Air minum harus memenuhi persyaratan fisik, kimia, maupun bakteriologi (Renngiwur dkk, 2016).

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 32 Tahun 2017, Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk media Air Keperluan Higiene Sanitasi meliputi parameter fisik, bakteriologi, dan kimia yang dapat berupa parameter wajib dan parameter tambahan. Parameter wajib merupakan parameter yang harus diperiksa secara berkala sesuai dengan ketentuan peraturan undang - undang, sedangkan parameter tambahan hanya diwajibkan untuk diperiksa jika kondisi geohidrologi mengindikasikan adanya potensi pencemaran berkaitan dengan parameter tambahan. Air Keperluan Higiene Sanitasi dapat digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya memenuhi syarat kesehatan dan dapat diminum apabila telah di masak. Syarat air bersih yaitu tidak berasa, tidak berbau, dan tidak berwarna bebas dari cemaran kimia seperti logam berat, dan mikrobiologi. Cemaran bakteriologi yaitu air yang digunakan sebagai air bersih bebas dari

keberadaan kontaminasi *Coliform*. *Coliform* merupakan indikator adanya cemaran tinja dalam air. Standar baku mutu Air Keperluan Higiene Sanitasi yang diizinkan adalah 50/100 ml air (Permenkes RI, 2017).

Penyebab susah mendapatkan air bersih adalah adanya pencemaran air yang disebabkan oleh limbah industri, rumah tangga, limbah pertanian, dan kebocoran/ kerusakan pada pipa aliran air. Sumber air bersih untuk kebutuhan hidup sehari-hari secara umum harus memenuhi standar kuantitas dan kualitas. Kebutuhan air bersih dari waktu ke waktu meningkat dengan pesat, sejalan dengan bertambahnya jumlah penduduk dan meningkatnya kegiatan manusia sesuai dengan tuntutan kehidupan yang terus berkembang untuk mencukupi berbagai keperluan seperti mandi, mencuci, memasak, menyiram tanaman dan lain sebagainya (Rahmawati dkk, 2018).

Ditinjau dari sudut ilmu kesehatan masyarakat, penyediaan sumber air bersih harus dapat memenuhi kebutuhan masyarakat karena penyediaan air bersih yang terbatas memudahkan timbulnya penyakit di masyarakat. Volume rata-rata kebutuhan air setiap individu per hari berkisar antara 60-120 liter. Kebutuhan air tersebut bervariasi dan bergantung pada keadaan iklim, standar kehidupan, dan kebiasaan masyarakat (Diktat, 2017).

Perusahaan Daerah Air Minum merupakan (PDAM) salah satu unit usaha milik daerah, yang bergerak dalam distribusi air bersih bagi masyarakat umum. PDAM terdapat di setiap provinsi, kabupaten, dan kota madya di seluruh Indonesia. PDAM merupakan perusahaan daerah sebagai sarana penyedia air bersih yang diawasi dan dimonitor oleh aparat - aparat eksekutif maupun legislatif daerah (Renngiwur dkk, 2016).

## **B. Karakteristik Air**

### 1. Karakteristik air berdasarkan parameter fisik

Menurut Permenkes No. 32 Tahun 2017 karakteristik air berdasarkan parameter fisik sebagai berikut :

#### a. Suhu

Suhu maksimum air adalah 30°C. Penyimpangan terhadap ketentuan ini akan mengakibatkan :

- 1) Meningkatnya daya/tingkat toksisitas bahan kimia atau bahan pencemaran dalam air.
- 2) Pertumbuhan mikrobiologi dalam air.

#### b. Warna

Banyak air permukaan khususnya yang berasal dari daerah rawa rawa seringkali berwarna sehingga tidak dapat diterima oleh masyarakat baik untuk keperluan rumah tangga maupun keperluan industri, tanpa dilakukannya pengolahan untuk menghilangkan warna tersebut. Bahan-bahan yang menimbulkan warna tersebut dihasilkan dari kontak antara air dengan reruntuhan organis yang mengalami dekomposisi.

#### c. Bau

Air yang memenuhi standar kualitas harus bebas dari bau. Biasanya bau disebabkan oleh bahan-bahan organik yang dapat membusuk serta senyawa kimia lainnya fenol. Air yang berbau akan dapat mengganggu estetika.

#### d. Rasa

Biasanya rasa dan bau terjadi bersama-sama, yaitu akibat adanya dekomposisi bahan organik dalam air. Seperti pada bau, air yang memiliki rasa juga dapat mengganggu estetika.

#### e. Kekeruhan

Air dikatakan keruh apabila air tersebut mengandung begitu banyak partikel bahan yang tersuspensi sehingga memberikan warna/rupa yang berlumpur dan kotor. Bahan-bahan yang menyebabkan kekeruhan ini meliputi tanah liat, lumpur, bahan organik yang tersebar dan partikel-partikel kecil lain yang tersuspensi.

### 2. Karakteristik air berdasarkan parameter mikrobiologi

Bakteri yang paling banyak digunakan sebagai indikator sanitasi adalah *Escherichia coli*, karena bakteri ini adalah bakteri komensal pada usus manusia, umumnya bukan patogen penyebab penyakit sehingga pengujiannya tidak membahayakan dan relatif tahan hidup di air sehingga dapat dianalisis keberadaannya di dalam air yang notabene bukan merupakan medium yang ideal untuk pertumbuhan bakteri. Keberadaan *Escherichia coli* dalam air atau makanan juga dianggap memiliki korelasi tinggi dengan ditemukannya patogen pada pangan (Ramdyasari, 2014).

*Escherichia coli* adalah bakteri gram negatif berbentuk batang yang tidak membentuk spora yang merupakan flora normal di usus. Meskipun demikian, beberapa jenis *Escherichia coli* dapat bersifat patogen, yaitu serotipe - serotipe yang masuk dalam golongan *Escherichia coli* *Enteropatogenik*, *Escherichia coli* *Enteroinvasif*, *Escherichia coli*

*Enterotoksigenik dan Escherichia coli Enterohemoragik*. Jadi adanya *Escherichia coli* dalam air minum menunjukkan bahwa air minum tersebut pernah terkontaminasi kotoran manusia dan mungkin dapat mengandung patogen usus. Oleh karenanya standar air minum mensyaratkan *Escherichia coli* harus absen dalam 100 ml (Ramdyasari, 2014).

Berbagai cara pengujian *Escherichia coli* telah dikembangkan, tetapi analisis konvensional yang masih banyak dipraktikkan adalah dengan 4 tahap analisis yang memerlukan waktu 5-7 hari. Empat tahap analisis tersebut adalah Uji Pendugaan dengan metode MPN (most probable number), Uji penguat pada medium selektif, Uji lengkap dengan medium lactose broth, serta Uji Identifikasi dengan melakukan reaksi IMViC (indol, methyl red, Vogues-Praskauer, dan citrate). Jadi untuk dapat menyimpulkan *Escherichia coli* berada pada air atau makanan diperlukan seluruh tahapan pengujian di atas. Apabila dikehendaki untuk mengetahui serotipe dari *Escherichia coli* yang diperoleh untuk memastikan apakah *Escherichia coli* tersebut patogen atau bukan maka dapat dilakukan uji serologi. Meskipun demikian, beberapa serotipe patogen tertentu seperti *Escherichia coli* yang ganas tidak dapat diuji langsung dengan pengujian 4 tahap ini dan memerlukan pendekatan analisis khusus sejak awal (Ramdyasari, 2014).

*Escherichia coli* yang kompleks, menurut Standar Nasional Indonesia (SNI), mensyaratkan tidak adanya *Coliform* dalam 100 ml air minum. *Coliform* adalah kelompok bakteri gram negatif berbentuk batang yang pada umumnya menghasilkan gas jika ditumbuhkan dalam medium laktosa. Salah satu anggota kelompok *Coliform* adalah *Escherichia coli* dan karena

*Escherichia coli* adalah bakteri *Coliform* yang ada pada kotoran manusia maka *Escherichia coli* sering disebut sebagai *Coliform* fekal. Pengujian *Coliform* jauh lebih cepat jika dibandingkan dengan *Escherichia coli*, karena hanya memerlukan uji penduga yang merupakan tahap pertama uji *Escherichia coli*. Jika terdapat *Coliform* dalam air minum maka ada kemungkinan air mengandung *Escherichia coli*, tetapi mungkin juga tidak mengandung *Escherichia coli* karena bakteri-bakteri bukan patogen dan bukan dari genus *Enterobacter* dan beberapa *Klebsiella* juga menghasilkan uji *Coliform* positif (Ramdyasari, 2014).

### **C. Air Minum**

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang persyaratan kualitas air minum, air minum adalah air yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dapat langsung diminum, tidak berasa, tidak berbau, tidak berwarna, bebas dari cemaran kimia, radioaktif dan bakteriologi. Setiap penyelenggara air minum wajib menjamin air minum yang diproduksinya aman bagi kesehatan. Air minum aman bagi kesehatan apabila memenuhi persyaratan fisika, bakteriologi, kimiawi dan radioaktif. Persyaratan kimia dan radioaktif yaitu air minum yang dikonsumsi tidak boleh mengandung bahan - bahan kimia dan radioaktif melebihi dari ambang batas yang ditentukan. Persyaratan bakteriologi yaitu air yang dikonsumsi bebas dari kontaminasi kuman *Escherichia coli* dan *Coliform*. Keberadaan bakteri *Escherichia coli* dan *Coliform* merupakan sebagai indikator

pencemaran tinja dalam air. Standar kandungan *Escherichia coli* dan *Coliform* dalam air minum adalah 0/100 ml sampel. Adanya mikroorganisme dalam air menjadi salah satu parameter bakteriologi yang dapat menentukan persyarata kualitas air (Permenkes, 2010).

#### D. Persyaratan Air Minum

##### 1. Syarat fisik

Syarat fisik air sebagai air minum yaitu sebagai berikut :

**Tabel 1**

**Syarat Fisik Air Minum**

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum Yang Diperbolehkan
Bau		Tidak Berbau
Warna	TCU	15
Total zat padat terlarut	mg/l	500
Kekeruhan	NTU	5
Rasa		Tidak Berasa
Suhu	°C	Suhu udara ±3

Sumber. Permenkes RI No. 492/MENKES/PER/IV/2010

##### 2. Syarat mikrobiologi

Syarat mikrobiologi air sebagai air minum yaitu sebagai berikut :

**Tabel 2**

**Syarat Mikrobiologi Air Minum**

Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
<i>Escherichia coli</i>	Jumlah per 100 ml	0
Total bakteri <i>Coliform</i>	Jumlah per 100 ml	0

Sumber. Permenkes RI No. 492/MENKES/PER/IV/2010

## **E. Sumber Pencemaran Air**

Menurut Aryana (2010) sumber-sumber pencemaran air dapat berasal dari:

1. Sumber domestik (rumah tangga) : perkampungan, kota, pasar, jalan dan sebagainya.
2. Sumber non-domestik (bukan rumah tangga) : industri (pabrik), pertanian, peternakan, perikanan serta sumber-sumber lainnya yang banyak memasuki badan air. Secara langsung maupun tidak langsung pencemar tersebut akan berpengaruh terhadap kualitas air, baik untuk keperluan air minum, air industri maupun keperluan lainnya.

## **F. Penyakit Diare**

Diare adalah penyakit yang membuat penderitanya menjadi sering buang air besar, dengan kondisi tinja yang encer. Pada umumnya, diare terjadi akibat makanan dan minuman yang terpapar virus, bakteri, atau parasit. Diare merupakan salah satu masalah kesehatan di Indonesia. Penyebab diare paling dominan diyakini akibat kontaminasi bakteri pada air, termasuk *Escherichia coli* (*E. coli*), *Salmonella* dan *Shigella* (Restina dkk, 2016).

## **G. Penyakit Yang Berhubungan Dengan Air**

Selain berperan penting bagi kelangsungan hidup manusia, air juga dapat berfungsi sebagai media penularan penyakit. Risiko penularan penyakit melalui media air disebabkan oleh air yang tercemar oleh kandungan



mikroorganisme patogen. Penularan penyakit melalui media air dapat dibedakan menjadi empat katagori (Dwi Priyanto, 2011) antara lain sebagai berikut:

#### *1. Water Borne Disease*

Penyakit yang ditularkan langsung melalui air minum, dimana air tersebut mengandung kuman pathogen bila diminum dapat menyebabkan penyakit antara lain kolera, typhoid, hepatitis infektiosa, disentri dan gastroenteritis.

#### *2. Water Washed Disease*

Penyakit yang disebabkan oleh kurangnya air untuk pemeliharaan higienis perseorangan dengan terjaminnya kebersihan oleh tersedianya air yang cukup maka penyakit-penyakit tertentu dapat dikurangi penularannya pada manusia, seperti penyakit infeksi saluran pencernaan (diare), penyakit infeksi kulit dan mata, penyakit melalui cairan kemih binatang pengerat, vektor seperti leptospirosis.

#### *3. Water Based Disease*

Penyakit yang ditularkan oleh bibit penyakit yang sebagian siklus hidupnya di air, seperti schistosomiasis. Larva schistomiasis hidup di dalam keong-keong air setelah waktunya larva ini akan mengubah bentuk menjadi cercaria yang dapat menembus kulit.

#### *4. Water Ralated Vectors*

Penyakit yang ditularkan melalui vector yang hidupnya tergantung pada air misalnya malaria, demam berdarah, filariasis dan sebagainya.

## H. Pemeriksaan Kualitas Air PDAM Metode Uji MPN (*Most Probable Number*)

*Most Probable Number* (MPN) adalah metode enumerasi mikroorganisme yang menggunakan data dari hasil pertumbuhan mikroorganisme pada medium cair spesifik dalam seri tabung yang ditanam dari sampel padat atau cair sehingga dihasilkan kisaran jumlah mikroorganisme dalam jumlah perkiraan terdekat. Bakteri *Coliform* dalam sumber air merupakan indikasi pencemaran air. Dalam penentuan kualitas air secara bakteriologi kehadiran bakteri tersebut ditentukan berdasarkan tes tertentu yang umumnya menggunakan tabel atau yang lebih dikenal dengan nama *Most Probable Number* (MPN) (Afifah, F. 2019).

Prinsip penentuan angka bakteri *Coliform* adalah adanya pertumbuhan bakteri *Coliform* yang ditandai dengan terbentuknya gas pada tabung durham setelah diinkubasi pada media *Lactose Broth Single Strength* (LBSS) *Lactose Broth Double Strength* (LBDS), dan *Brilliant Green Lactose Bile Broth* (BGLBB) (Maksum Radji, 2011).

Media yang digunakan untuk metode MPN adalah *Lactose Broth Single Strength* (LBSS) *Lactose Broth Double Strength* (LBDS), dan *Brilliant Green Lactose Bile Broth* (BGLBB). Sebagai sampel, jika digunakan *Lactose Broth* (LB) adanya bakteri yang dapat memfermentasikan laktosa ditunjukkan dengan terbentuknya gas di dalam tabung durham. *Brilliant Green Lactose Bile Broth* (BGLBB) digunakan dengan maksud untuk media penyubur bagi bakteri *Coliform* dan *Escheresia coli*, merupakan medium selektif yang

mengandung asam bile sehingga dapat menghambat bakteri gram positif atau bakteri selain bakteri *Coliform* dan *Escheresia coli* (Rahayu, P dkk, 2012).

Uji *Coliform* di dalam air dengan menggunakan pengujian fermentasi dalam tabung. Tiga pengujian secara lengkap terdiri dari tiga tahap yaitu :

### **1. Uji pendahuluan (*Presumptive test*)**

Pemeriksaan pada uji pendahuluan dengan menginokulasi pada media Lactose Broth dilihat ada tidaknya pembentukan gas dalam tabung durham setelah di inkubasi selama 24 – 48 jam pada suhu 35°C – 37°C. Bila terdapat pembentukan gas tabung durham maka tes air minum dilanjutkan uji penegasan. Bila setelah 48 jam tidak terbentuk gas, hasil dinyatakan negatif dan tidak perlu melakukan penegasan (Munif, 2012).

### **2. Uji penegasan (*Confirmatif test*)**

Tabung positif yang didapatkan dari uji penduga dilanjutkan dengan uji penegas. Sampel positif yang menunjukkan gas diinokulasi pada media *Brilian Green Lactose Broth*, kemudian inkubasi pada suhu 37°C selama 48 jam. Media ini dapat menghambat pertumbuhan bakteri gram positif dan menggiatkan pertumbuhan bakteri gram negatif termasuk *Coliform* karena komposisi media yang mengandung laktosa dan garam empedu inilah yang dapat mengizinkan dan mendorong bakteri-bakteri *Coliform* untuk tumbuh secara optimal. Ada atau tidaknya bakteri *Coliform* ditandai dengan terbentuknya asam dan gas yang disebabkan karena fermentasi laktosa oleh bakteri golongan coli. *Coliform* merupakan suatu kelompok bakteri yang digunakan sebagai indikator adanya polusi kotoran dan kondisi yang tidak baik terhadap air. Adanya bakteri *Coliform* di dalam makanan dan minuman

menunjukkan adanya mikroba yang bersifat enteropatogenik atau toksigenik yang berbahaya bagi kesehatan (Munif, 2012).

### **3. Uji pelengkap (*Complete test*)**

Uji pelengkap dilakukan dengan memindahkan 1-2 ose ke tabung uji pelengkap yang berisi 10 ml media BGLB. Satu tabung diinkubasi pada suhu 37 °C (untuk memastikan adanya *Coliform*) dan satu seri lainnya diinkubasi pada suhu 44 °C (untuk memastikan adanya *Escherichia coli*). Proses inkubasi dilakukan selama 24 jam. Jika setelah 24 jam tidak terbentuk hasil positif maka proses inkubasi diperpanjang menjadi 48 jam. Gas pada tabung Durham yang menandakan hasil positif. Hasil metode MPN ini adalah nilai MPN, nilai MPN adalah perkiraan jumlah unit tumbuh (*growth unit*) atau unit pembentuk koloni (*colony forming unit*) dalam sampel. Satuan yang digunakan umumnya per 100 ml, makin kecil nilai MPN, maka makin tinggi kualitas air untuk dikonsumsi (Permenkes, 2010). Total angka *Coliform* dalam sampel yang diproduksi dengan baik dan higienis kadang kala sangat sedikit, antara lain dalam produk air dan air minum (Maksum Radji, 2011).