

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Air

Semua makhluk hidup termasuk manusia membutuhkan air sebagai sumber energi terbarukan (Husein, 2016). Sumber air adalah tempat atau reservoir air, yang dapat berada di atas atau di bawah tanah dan diciptakan oleh manusia atau oleh alam (Undang-Undang RI No. 17 Tahun 2019). Masuknya zat organik hidup, energi, atau komponen lain ke dalam air sebagai akibat dari aktivitas manusia yang melampaui pedoman yang ditetapkan untuk kualitas air dikenal sebagai pencemaran air (PP. No 22 Tahun 2021).

Lebih dari 14.000 orang perhari di seluruh dunia meninggal akibat penyakit yang terkait dengan kualitas air yang buruk. Menurut temuan penelitian tersebut, berikut ini merupakan tipikal sumber kualitas air yang buruk (Rukandar, 2017) :

1. Limbah industri antara lain sisa bahan bakar, oli dan ceceran oli, bahan kimia cair dan padat, serta pipa minyak tanah yang tertimbun.
2. Pembatasan lahan hijau dan hutan oleh perumahan, bangunan.
3. Limbah pertanian (seperti pestisida dan pembakaran lahan)
4. Limbah dari pengolahan kayu
5. Nelayan yang menggunakan bom untuk mencari ikan.
6. Limbah padat antara lain seperti, kaca, plastik, baterai, kaleng. Lalu limbah cair seperti, deterjen, serta limbah organik seperti sisa makanan dan sayuran. Dan limbah rumah tangga seperti limbah cair meliputi sisa mandi dan kakus.

B. Air Minum

Air yang telah diolah atau belum diolah dan memenuhi persyaratan kesehatan serta aman untuk dikonsumsi dianggap sebagai air minum. Mikroorganisme patogen dan bahan kimia yang berbahaya bagi kesehatan tidak boleh ada dalam air minum yang baik dan aman (Permenkes RI, 2010). Air yang jernih, tidak berasa, tidak berbau, dan tidak berwarna aman untuk diminum. Air yang dikonsumsi harus bebas dari bakteri berbahaya dan elemen lainnya, serta senyawa yang berpotensi mengubah fungsi tubuh dan berdampak negatif secara ekonomi. Sistem distribusi tidak boleh tersumbat oleh endapan atau terkorosi oleh air (Agustina, 2017).

C. Persyaratan Kualitas Air Minum

1. Syarat Fisika

Tabel 1
Syarat Fisika Air Minum

Parameter	Satuan	Kadar maksimal yang diperbolehkan
Bau		Tidak berbau
Warna	TCU	15
TDS	Mg/l	500
Kekeruhan	NTU	5
Rasa		Tidak berasa
Suhu	°C	Suhu udara \pm 3

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

2. Syarat Kimia

Tabel 2
Syarat Kimia Air Minum

Parameter	Satuan	Kadar maksimal yang diperbolehkan
Aluminium	mg/l	0,2
Besi	mg/l	0,3
Kesadahan	mg/l	500
Khlorida	mg/l	250
Mangan	mg/l	0,4
Ph		6,5 – 8,5
Seng	mg/l	3

Sulfat	mg/l	250
Tembaga	mg/l	2
Amonia	mg/l	1,5

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

3. Syarat Mikrobiologis

Tabel 3
Syarat Mikrobiologis Air Minum

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

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

4. Syarat Radioaktif

Tabel 4
Syarat Radioaktif Air Minum

Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
Gross alpha activity	Bq/l	0,1
Gross beta activity	Bq/l	1

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

D. Uji Kualitas Air Minum

1. Parameter Fisika

Analisis parameter fisika yaitu suhu, bau, rasa, warna, TDS, dan kekeruhan (Aryani, 2017) :

a. Bau dan rasa

Air dalam bentuknya yang paling murni tidak memiliki warna, rasa, atau bau. Tanda-tanda awal kualitas air yang buruk adalah air keruh. Rasa air sering dikaitkan dengan bau air. Air dapat berbau tidak sedap karena bahan kimia terlarut bersama

air, alga, plankton, hewan air, serta tumbuhan dan hewan yang hidup yang mati didalam air. Indra penciuman menentukan bau dengan langsung membandingkan bau air dengan aquades (Caesar dan Prasetyo, 2017).

b. Suhu

Suhu air merupakan faktor pengatur bagi organisme air, suhu air juga mengatur laju metabolisme, aktivitas reproduksi dan siklus hidup. Standar suhu air menurut Permenkes RI No. 492/MENKES/PER/IV/2010 yaitu suhu udara ± 3 . Suhu di atas titik batas normal menunjukkan adanya senyawa kimia yang dipecah dalam jumlah besar atau proses pembusukan bahan alami oleh mikroorganisme yang berbahaya bagi tubuh (Khasanah dkk., 2021).

c. Kekeruhan

Kualitas fisika air bersih dapat diukur dengan melihat kekeruhan air. Salah satu tanda terpenting kualitas sumber air adalah air keruh. Standar kekeruhan air minum berdasarkan Permenkes RI No. 492/MENKES/PER/IV/2010 adalah 5 NTU. Tingkat TDS yang tinggi dapat dilihat pada air yang keruh. Nilai TDS pada air semakin tinggi semakin keruh air tersebut, karena partikel-partikel ini mencegah masuknya sinar matahari ke dalam air, maka kadar oksigen didalam air menjadi rendah. Dalam air, tanaman tidak dapat berfotosintesis karena kadar air rendah. Sehingga mengganggu keanekaragaman hayati air. Turbidimeter digunakan untuk mengukur kekeruhan (Caesar dan Prasetyo, 2017).

d. Warna

Standar warna air yang dapat minum menurut Permenkes RI No. 492/MENKES/PER/IV/2010 yaitu 15 TCU. Memasukkan air ke dalam botol kemudian mengamati warnanya merupakan salah satu cara mengukur warna air

dengan penglihatan. Warna air disebabkan oleh zat organik dan anorganik (Andini, 2017).

e. Total Padatan Terlarut (TDS)

Rasa dapat dipengaruhi oleh konsentrasi TDS yang tinggi. Kandungan TDS yang tinggi menunjukkan hubungan yang negatif dengan beberapa parameter lingkungan perairan, sehingga mengakibatkan peningkatan toksisitas terhadap organisme yang terkandung di dalamnya. Air yang sangat keruh memiliki kandungan *Total Suspended Solid* (TSS) yang tinggi (Khasanah dkk., 2021).

2. Parameter Kimia

Parameter kimia berupa pH dianalisis menggunakan pH meter. Spektrofotometer Serapan Atom (AAS) digunakan untuk melakukan analisis kimia pada logam berat yang ditemukan dalam sampel air cadmium, mangan, besi, dan tembaga dengan mengukur panjang gelombang yang pada sampel absorbansi. Spectroquant Nova 400 digunakan untuk mengukur jumlah logam kromium dalam sampel air. Spektrofotometer Serapan Atom (AAS) digunakan untuk mengukur konsentrasi magnesium dan ion kalsium dalam sampel air pada panjang gelombang tertentu, menghasilkan penentuan kekerasan total, analisis parameter kimia lainnya, menggunakan Spectroquant Nova 400, kadar sulfat, nitrat, dan ammonia dalam sampel air diukur (Mairizki, 2017).

3. Parameter Mikrobiologis

Pendekatan *Most Probable Number* (MPN), yang mencakup tiga tahap evaluasi yaitu, uji dugaan, uji penegasan, dan uji kelengkapan adalah metode yang digunakan parameter mikrobiologi. Uji dugaan adalah pengamatan yang dilakukan

setelah media kultur LB berada 48 jam diinkubasi pada suhu 37°C, untuk pembentukan gas. Uji penegasan dilakukan dengan mendeteksi produksi gas pada kultur BGLB setelah 48 jam berada dalam inkubasi dengan suhu 37°C dan penyesuaian lebih lanjut pada suhu 44°C. Untuk mengetahui jumlah mikroorganisme *Coliform* yang ada dalam uji air, perkiraan ruang penghasil gas dicatat dan dikontraskan dengan tabel MPN. Terbentuknya koloni berwarna hijau dan mengkilat pada kultur media EMBA yang telah diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C digunakan sebagai dasar uji kelengkapan (Mairizki, 2017).

4. Parameter Radioaktif

Radioaktif dapat diukur menggunakan alat *low background counter* (LBC) dengan sampel yang telah dipreparasi terlebih dahulu. Jenis radiasinya antara lain adalah sinar α , beta (β), sinar γ , sinar x dan radiasi neutron). Sebagian besar, alat LBC digunakan untuk memantau radioaktivitas lingkungan dalam hal-hal seperti air, udara, tanah, dan rumput (Rixson dkk., 2016).

E. Depot Air Minum Isi Ulang

Sebuah perusahaan Depot Air Minum Isi Ulang (DAMIU) mengubah air baku menjadi air minum dan menjualnya langsung ke pelanggan. Menurut Kepmenperindag No : 651/MPP/Kep/10/2004 pasal 3 ayat 1 “Depot air minum tidak boleh mengambil air baku dari air PDAM yang ada dalam jaringan distribusi untuk rumah tangga”. DAMIU tidak menjamin keamanan produknya karena kurangnya pengawasan oleh dinas terkait dalam menghadapi meningkatnya permintaan konsumen akan air minum. Karena pengawasan DAMIU yang tidak memadai, air minum yang dihasilkan tidak memenuhi standar. Akan ada variasi

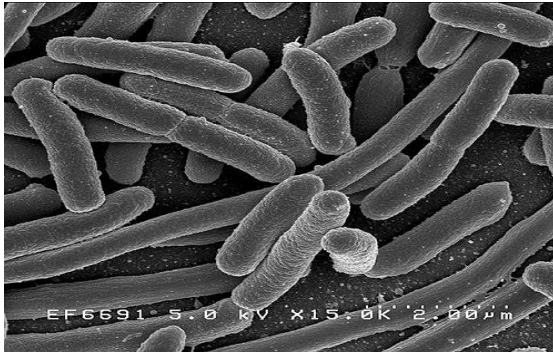
produk atau penyimpangan antara masing-masing depot air minum karena air yang digunakan sudah banyak mengandung kontaminan seperti bahan mikroba (bakteri, virus, dan parasit), bahan organik, dan bahan kimia lainnya (Narsi, Wahyuni dan Susanti., 2017).

F. Bakteri

Bakteri *Coliform* adalah batang gram negatif terorganisir tunggal yang pada suhu 37°C dapat memfermentasi laktosa menjadi gas dalam waktu kurang dari 48 jam. Karena jumlah koloni berkorelasi positif dengan keberadaan bakteri berbahaya, bakteri ini merupakan indikasi patogen pada hewan dan manusia. Mikroba *non-coliform* sekali lagi tidak dapat menguraikan laktosa. *Escherichia coli* dan *Klebsiella sp* merupakan contoh bakteri *Coliform* dan *genus Enterobacter*. Bakteri *non-coliform*, seperti *Salmonella sp*, *Proteus*, dan *Shigella sp* (Wiliantari, Besung, dan Tono, 2018).

Escherich menemukan bakteri *Escherichia coli* pada tahun 1885. Bakteri gram negatif, aerobik, berbentuk batang ini tumbuh dengan baik di media sederhana. Bakteri ini mampu menghasilkan gas dan memfermentasi glukosa dan laktosa. *Escherichia coli* merupakan tumbuhan hijau biasa yang hidup di organ pencernaan manusia dan diduga mampu menghasilkan vitamin K yang penting untuk pembekuan darah. Sifat pasokan air untuk penggunaan keluarga dinilai menggunakan *Escherichia coli*. Ini penting karena air keluarga sering menyebabkan masalah terkait perut seperti kolera, tifus, diare, dan cacingan. Kotoran orang yang terinfeksi mengandung bakteri yang menyebabkan penyakit ini. Karena kotoran manusia dapat mengandung organisme mikroskopis yang menular, maka dilakukan upaya untuk mencegah kotoran manusia mencemari air

rumah tangga. Kehadiran bakteri *Escherichia coli* di dalam air adalah tanda terbaik bahwa air di rumah tangga terkontaminasi tinja. Karena kotoran manusia mengandung bakteri tersebut dalam keadaan sehat maupun sakit. Ada sekitar 100 juta *Escherichia coli* dalam 1 gram tinja (Entjang, 2001).



Gambar 1 Klasifikasi dan morfologi bakteri *Escherichia coli*

(sumber ; Sutiknowati, 2016)

Escherichia coli memiliki panjang sekitar 2 μm dan diameter 0,5 μm . Volume sel *Escherichia coli* bervariasi antara 0.6-0.7 m^3 . Bakteri ini dapat hidup pada rentang suhu 20-40⁰ C dengan suhu optimal pada 37⁰ C dan tergolong bakteri gram negatif.

Golongan : Bacteria
Kingdom : Eubacteria
Phylum : Proteobacteria
Class : Gammaproteobacteria
Order : Enterobacteriales
Family : Enterobacteriaceae
Genus : Escherichia
Species : *Escherichia coli* (Sutiknowati, 2016).

G. Most Probable Number (MPN)

Susanti dan Agung (2022) mengatakan bahwa metode MPN ini dapat digunakan untuk mengetahui berapa banyak mikroba spesifik yang ada dalam campuran mikroba lain. MPN adalah strategi dengan implikasi menilai jumlah organisme dalam suatu contoh. Metode MPN memiliki tiga tahap pengujian, yaitu:

1. Uji Penduga (*Presumptive Test*)

Uji penduga (*presumptive test*) untuk mengetahui kuman yang memfermentasikan laktosa dan membentuk gas dengan menggunakan media LB yang diinkubasi pada suhu 37⁰C selama 24-48 jam. Jika ada gas di tabung durham, itu positif. Sebaliknya jika tidak ada gas setelah 24-48 jam dinyatakan negatif.

2. Uji Penegasan (*Confirmed Test*)

Uji penduga (*Confirmed test*) untuk memastikan bahwa pembentukan gas pada uji penduga yang tepat disebabkan oleh mikroba *Coliform*. Uji penegasan pada uji penduga diinokulasikan ke dalam media BGLB. Media BGLB hijau berlian memperlambat pertumbuhan bakteri gram positif dan dapat mempercepat pertumbuhan bakteri kelas koloni. Tes positif jika gas terjadi dalam 48 jam pertama.

3. Uji Pelengkap (*Completed Test*)

Uji pengkap (*Completed test*) untuk memastikan bakteri *Escherichia.coli*. Kemudian dilakukan penanaman pada media MC, dari media MC dicari koloni yang berwarna merah muda kemudian ditanam pada media EMBA, dimana bakteri *Escherichia coli* berwarna hijau metalik.

Menurut Soemarno (dalam Sunarti, 2015) Ada 3 macam ragam metode MPN seperti :

1. Ragam I : 5 x 10 ml, 1 x 1 ml, 1 x 0,1 ml.

Ragam ini digunakan untuk specimen yang telah diolah atau digunakan untuk yang telah diperkirakan angka kuman yang terdapat didalamnya rendah.

2. Ragam II : 5 x 10 ml, 5 x 1 ml, 5 x 0,1 ml.

Ragam ini digunakan untuk specimen yang belum diolah atau digunakan untuk yang telah diperkirakan angka kuman yang ada didalamnya tinggi.

3. Ragam III : 5 x 10 ml, 1 x 1 ml x 0,1 ml.

Ini adalah variasi pilihan untuk versi II, jika jumlah silinder dibatasi dan pasokan media juga dibatasi, metode pelaksanaannya mirip dengan versi II.