

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Air Bersih**

##### **1. Pengertian Air Bersih**

Air bersih adalah salah satu kebutuhan utama manusia untuk mencapai standar kehidupan yang sehat. Berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 416/MenKes/Per/IX/1990, air bersih didefinisikan sebagai air yang digunakan untuk kebutuhan sehari-hari dan memiliki kualitas yang memenuhi syarat kesehatan, serta dapat diminum setelah dimasak. Sementara itu, air bersih adalah air yang dapat digunakan oleh manusia untuk memenuhi kebutuhan domestik, termasuk konsumsi, minum, dan persiapan makanan.

##### **2. Sumber Air Bersih**

Menurut Budiman (2016), berdasarkan siklus air di bumi terdapat empat sumber air utama yaitu udara atau air angkasa, air yang berada di permukaan bumi, air tanah, dan mata air.

###### **a. Air Angkasa**

Air angkasa atau hujan merupakan sumber air yang berasal dari proses penguapan air di permukaan bumi yang dipicu oleh panas matahari. Proses air angkasa diawali dengan proses *coalescence* yaitu terjadinya penggabungan uap air yang saling mengikat sehingga membentuk uap air yang lebih besar (awan), lama-kelamaan akan menjadi berat dan turun menjadi hujan. Kemudian dilanjutkan dengan proses *bergeron*

dimana awan yang terletak pada bagian atas mengandung kristal-kristal es dan pada bagian bawah sudah dalam kondisi yang sangat dingin (*super cooled*), sehingga akan menjadi tetes-tetes air yang bertambah besar. Proses selanjutnya air hujan akan turun ke bumi (*presipitasi*) dengan mengalami dua peristiwa yaitu menguap lagi sebelum jatuh ke bumi, atau turun ke bumi sebagai aliran di atas tanah (*run off*).

b. Air Permukaan

Air yang mengalir di atas permukaan tanah menyebabkan terbentuknya genangan air yang besar yang dikenal sebagai danau, sedangkan air yang meresap ke tempat yang lebih rendah melalui saluran disebut sungai, dan akhirnya akan bermuara di laut.

c. Air Tanah

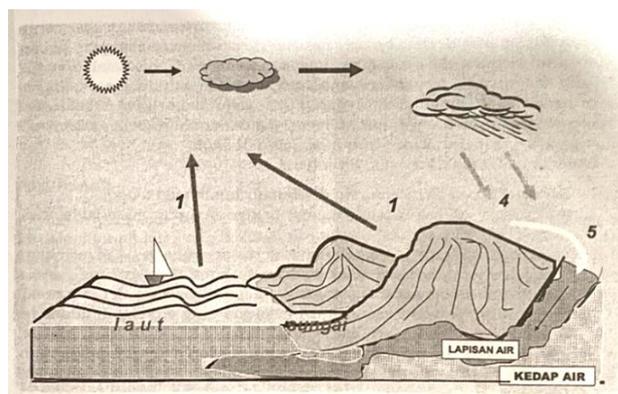
Air hujan yang meresap ke dalam tanah dikenal sebagai *infiltrasi*. Air yang kemudian tersimpan di dalam tanah disebut air tanah (*ground water*). Air tanah ini tersimpan di antara batuan kedap air (*impermeable*), di lapisan batuan yang berpori (*permeable, poreus*), maupun dalam lapisan tanah.

Terdapat dua jenis air tanah, yaitu air tanah dangkal dan air tanah dalam. Air tanah dangkal memiliki muka air yang berada pada kedalaman antara 2 hingga 10 meter dan terletak di antara lapisan batuan kedap air dengan permukaan tanah. Biasanya, air ini tersebar di lapisan tanah lempung atau tanah berpori berpasir, sehingga dapat

diambil secara langsung melalui penggalian atau pengeboran dangkal. Sementara itu, air tanah dalam memiliki muka air yang terletak lebih dari 10 meter di bawah permukaan tanah. Air ini umumnya tersebar dalam lapisan *aquifer*, yaitu lapisan batuan yang berfungsi menyimpan dan menampung air tanah.

d. Mata Air

Mata air merupakan air tanah yang muncul ke permukaan bumi. Terdapat dua jenis mata air, yaitu mata air gravitasi (*gravity spring*) dan mata air artesis (*artesian spring*). Mata air gravitasi muncul karena tekanan dari lapisan *aquifer* yang bebas, sehingga jumlah air yang keluar bergantung pada musim; saat musim hujan debit air besar, saat musim kemarau debit air kecil. Sementara itu, mata air artesis terjadi karena tekanan dari lapisan *aquifer* yang tertekan, sehingga debit airnya tidak dipengaruhi oleh perubahan musim.



**Gambar 1. Siklus Air di Bumi**  
**Sumber : Budiman, 2016**

### 3. Standar Baku Mutu Kualitas Air Bersih

Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan (SBMKL) adalah spesifikasi teknis atau nilai yang dibakukan pada media lingkungan yang berhubungan atau berdampak langsung terhadap kesehatan masyarakat. Penetapan SBMKL media Air untuk Keperluan Hygiene dan Sanitasi tercantum dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023 Tentang Kesehatan Lingkungan.

Berikut adalah Standar Baku Mutu Kualitas Air untuk Keperluan Hygiene dan Sanitasi:

**Tabel 1.**  
**Parameter Air untuk Keperluan Hygiene dan Sanitasi**

No	Jenis Parameter	Kadar Maksimum yang diperbolehkan	Satuan
	Mikrobiologi		
1.	<i>Escherichia coli</i>	0	CFU/100 ml
2.	Total <i>Coliform</i>	0	CFU/100 ml
	Fisik		
3.	Suhu	Suhu udara $\pm 3$	$^{\circ}\text{C}$
4.	Total Dissolve Solid	< 300	mg/L
5.	Kekeruhan	< 3	NTU
6.	Warna	10	TCU
7.	Bau	Tidak berbau	-
	Kimia		
8.	pH	6.5 – 8.5	-
9.	Nitrat ( $\text{NO}^3$ ) terlarut	20	mg/L
10.	Nitrit ( $\text{NO}^2$ ) terlarut	3	mg/L
11.	Kromium valensi 6 terlarut	0,01	mg/L
12.	Besi (Fe) terlarut	0,2	mg/L
13.	Mangan (Mn) terlarut	0,1	mg/L

Sumber : Permenkes RI Nomor 2 Tahun 2023

## **B. Sumur Gali**

### **1. Pengertian Sumur Gali**

Sumur gali adalah salah satu fasilitas penyediaan air bersih yang dilakukan dengan cara menggali tanah hingga mencapai sumber air pada kedalaman tertentu. Struktur sumur ini meliputi bibir sumur, dinding dan lantai sumur, saluran pembuangan limbah, lubang peresapan, penutup sumur, serta dilengkapi dengan kerekan dan ember timba khusus (Depkes RI, 1996).

Pengertian dari setiap komponen konstruksi sumur gali adalah sebagai berikut:

- a. Dinding sumur adalah bagian dinding yang mulai dari permukaan tanah hingga ke bagian dalam sumur.
- b. Bibir sumur adalah struktur yang berupa dinding yang berfungsi melindungi bagian permukaan sumur.
- c. Lantai sumur adalah bagian lantai yang berada di sekitar area sumur.
- d. Saluran Pembuangan Air Limbah (SPAL) adalah saluran yang mengalirkan air limbah dari lantai sumur menuju tempat pembuangan.
- e. Lubang peresapan adalah sebuah bangunan berupa bak penampung air kotor yang telah dialirkan melalui SPAL, terletak di sekitar sumur. Lubang ini terbuat dari bahan kedap air dan diisi dengan batu atau kerikil.
- f. Penutup sumur adalah tutup yang ditempatkan di atas sumur, yang terbuat dari bahan yang dapat diangkat dan dipasang kembali.

## 2. Persyaratan Sumur Gali

Konstruksi sumur gali adalah kondisi atau keadaan fisik sumur gali yang meliputi jarak dinding sumur dari lantai, tinggi bibir sumur, ukuran lantai sumur, jarak dengan sumber pencemar dan dilengkapi dengan kerekan timba dan penutup sumur gali. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kualitas sumur gali adalah rembesan yang berasal dari tempat pembuangan kotoran manusia atau hewan, dari limbah sumur karena lantai dan saluran air limbah yang tidak kedap air, serta keadaan konstruksi sumur yang tidak memperhatikan jarak antara sumur dengan sumber pencemar (Souisa, 2018).

Ketentuan persyaratan sanitasi sumur gali meliputi (Joko, 2010):

### a. Dinding dan Bibir Sumur Gali

Bentuk sumur gali sesuai dengan penampang lubangnya yang berbentuk bulat.

- 1) Jika kondisi tanah tidak menunjukkan tanda-tanda mudah retak atau runtuh, dinding bagian atas dibuat dari pasangan batu, batako, atau batu belah setinggi 80 cm dari permukaan tanah, sehingga dinding bagian bawah menggunakan bahan yang sama atau pipa beton dengan kedalaman minimal 3 meter dari permukaan tanah.
- 2) Jika kondisi tanah menunjukkan tanda-tanda mudah retak dan runtuh, dinding bagian atas dibuat dari pasangan batu, batako, atau batu belah setinggi 80 cm dari permukaan tanah, sementara

dinding bagian bawah mencapai kedalaman minimal 3 meter dari permukaan tanah menggunakan pipa beton kedap air, dan bagian di bawahnya menggunakan pipa beton berulang. Tujuannya adalah untuk mencegah perembesan pencemar dengan habitat di area tersebut.

b. Lantai Sumur

Ukuran lantai sumur gali harus minimal 1 meter dari dinding luar bagian atas sumur, dengan kemiringan antara 1 % hingga 5 %, dan jaraknya sekitar 20 cm dari permukaan tanah.

c. Perlengkapan Sumur Gali

Untuk mengambil air dari sumur gali, dapat menggunakan timba atau pompa dengan ketentuan sebagai berikut:

1) Timba

Penggunaan timba harus dilengkapi dengan kerekan. Selain itu, timba tidak boleh ditempatkan langsung di atas lantai sumur agar terhindar dari pencemaran. Sumur juga harus ditutup saat tidak digunakan.

2) Pompa

Bibir sumur harus dipasang dengan tutup yang dilengkapi lubang ventilasi.

d. Penentuan Lokasi Sumur Gali

1) Sumur harus ditempatkan di lapisan tanah yang secara berkelanjutan mengandung air.

- 2) Jarak horizontal dari sumber pencemar seperti bidang resapan tangki septik tank, kakus, empang, atau lubang pembuangan sampah ke sumur harus minimal 11 meter ke arah hulu dari aliran air tanah.
- 3) Jika posisi sumur berada lebih rendah dari sumber pencemar, jaraknya harus ditingkatkan menjadi lebih dari 15 meter dari sumber pencemar tersebut.
- 4) Sumur tidak boleh berada di lokasi yang berpotensi terkena banjir agar tidak tercemar oleh air banjir.

### C. Pencemaran Air

Pencemaran air adalah masuk atau dimasukannya zat atau komponen polutan lain ke dalam air yang mengakibatkan komposisi atau keadaan air berubah dari keadaan alaminya, sehingga air itu menjadi kurang berguna bagi kebutuhan tertentu atau semua kebutuhan. Indikator pencemaran sumber air atau badan air ditandai dengan terjadinya perubahan kualitas air yang disebabkan oleh kenaikan beberapa parameter unsur tertentu melebihi batas standar yang telah ditetapkan.

Pencemaran air (*water pollution*) terjadi karena beberapa penyebab, yaitu (Budiman, 2016):

#### 1. Pencemaran Bakteriologis atau Mikrobiologis (*bacteriological/microbiological pollutant*)

Pencemar yang berasal dari mikroorganisme yang terdapat dalam air umumnya berasal dari tubuh manusia maupun hewan, yang masuk ke

badan air karena berbagai penyebab, seperti limbah dari *feses* dan *urine*, keberadaan makhluk pengganggu (*vektor dan agen*) yang habitatnya berdekatan atau berada di dalam air, kegiatan industri pengolahan makanan, aktivitas rumah tangga, pemotongan hewan, peternakan, tempat umum, dan lain sebagainya. Aktivitas pencemaran mikroba ini dapat menyebabkan gangguan kesehatan pada manusia. Indikator pencemaran bakteri dalam air biasanya ditunjukkan dengan keberadaan bakteri *Coliform* karena sebagian besar pencemar bakteriologis berasal dari limbah manusia maupun hewan. Sumber utama pencemaran bakteriologis air adalah dari kegiatan domestik atau rumah tangga.

## **2. Pencemaran karena Bahan Padat Terlarut atau Tersuspensi (*suspended/dissolved pollutant*)**

Pencemaran air karena bahan padat ini antara lain dari adanya erosi, abrasi lapisan tanah dan batuan akibat dari kegiatan manusia dalam mengeksploitasi sumber daya alam (penggundulan hutan, kerusakan daerah aliran sungai atau DAS), bencana alam, adanya pembusukan organik dari makhluk hidup yang sudah mati atau dari dekomposisi sampah padat, kegiatan industri (pertambangan, bahan galian), dan lain-lain.

Akibat dari pencemaran bahan padat ini akan mengurangi nilai fisik kualitas air atau kemungkinan ada zat berbahaya dalam air. Indikator pencemaran ditunjukkan dengan meningkatnya angka TDS (*Total*

*Dissolved Solids*), TSS (*Total Suspended Solids*), dan kekeruhan pada air tersebut.

### **3. Pencemaran Kimiawi dan B3**

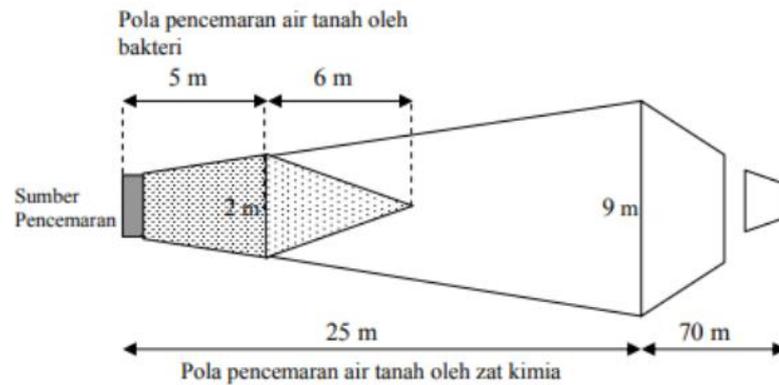
Penyebab pencemar kimiawi ini sangat kompleks, yaitu dari kegiatan domestik, industri, komersial, pertambangan dan bahan galian, pembuangan sampah akhir, bencana alam dan buatan manusia (letusan gunung berapi/vulkanik, luapan lumpur panas), serta dari kegiatan reaktor nuklir, rumah sakit, pengeboran minyak, kebocoran kilang minyak atau Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU), dan lain-lain.

Indikator pencemaran kimiawi ditunjukkan dengan meningkatnya jumlah unsur kimia di atas standar, pencemaran badan air ditandai dengan meningkatnya COD (*Chemical Oxygen Demand*) dan menurunnya DO (*Dissolved Oxygen*) dalam air. Selain itu dapat diamati kualitas fisik air (bau, rasa, warna) yang mengalami penurunan.

### **4. Pencemaran Fisik karena Efek Tingginya Temperatur Air (*thermal water pollutant*)**

Terjadi peningkatan temperatur air pada badan-badan air akibat dari hasil buangan industri atau nuklir, akibat aktivitas vulkanik, lumpur panas, adanya sumber air panas alami atau buatan manusia, dan lain-lain. Adanya pencemaran termal pada badan air dengan meningkatnya temperatur di atas standar, meningkatnya BOD (*Biological Oxygen Demand*), dan menurunnya DO (*Dissolved Oxygen*) dalam air, terganggunya kualitas fisik (bau, rasa, warna) pada air yang mengalami penurunan.

#### D. Mekanisme Pencemaran Air Tanah



**Gambar 2. Pola Pencemaran Air Tanah**  
**Sumber : Kusnoputranto, 1997**

Gambar 2 menunjukkan pola pencemaran air tanah oleh bakteri dan zat kimia. Pencemaran air tanah secara kimia dan bakteri memiliki pola penyebaran yang berbeda, tetapi keduanya dipengaruhi oleh arah aliran air tanah.

##### 1. Pencemaran Air Tanah oleh Zat Kimia

Arah perpindahan bahan pencemar kimiawi selalu searah dengan aliran air tanah. Pola penyebaran pencemaran kimiawi secara horizontal dapat mencapai 95 meter. Pada jarak 25 meter dari sumber pencemar, area kontaminasi melebar sampai 9 meter untuk kemudian menyempit hingga jarak 95 meter. Oleh karena itu jarak aman antara sumber air dengan sumber pencemaran kimiawi adalah 95 meter.

##### 2. Pencemaran Air Tanah oleh Bakteri

Arah perpindahan bahan pencemar bakteri selalu searah dengan aliran air tanah. Pola penyebaran pencemaran bakteri secara horizontal dapat

mencapai 11 meter dan secara vertikal bakteri dapat menembus tanah dan mencapai sumur dengan jarak 3 meter dari permukaan tanah. Pencemaran yang ditimbulkan oleh bakteri terhadap air yang ada di dalam tanah melebar sampai 2 meter pada jarak 5 meter dari sumber pencemar serta menyempit hingga jarak 11 meter searah dengan arah aliran air tanah. Oleh karena itu, jarak aman antara sumber air dengan sumber pencemaran bakteri adalah 11 meter.

#### **E. Dampak Pencemaran Air Bagi Kesehatan Manusia**

Air yang tidak memenuhi standar kesehatan sangat efektif sebagai media penyebaran penyakit. Penyakit-penyakit yang dapat menyebar melalui air dapat diklasifikasikan ke dalam empat jenis, yaitu:

##### **1. *Water borne disease***

*Water borne disease* adalah penyakit yang menyebar melalui air minum yang terkontaminasi. Ketika air tersebut mengandung kuman patogen dan dikonsumsi oleh manusia, dapat menyebabkan berbagai penyakit seperti diare, kholera, typhoid, hepatitis infeksiosa, disentri, dan gastroenteritis.

##### **2. *Water washed disease***

*Water washed disease* merupakan penyakit yang muncul akibat kekurangan air untuk menjaga kebersihan pribadi. Dengan tersedianya cukup air sehingga kebersihan dapat terjamin dan penularan penyakit pada manusia dapat diminimalkan. Penyakit ini banyak ditemukan di wilayah tropis.

Penyakit-penyakit ini sangat dipengaruhi oleh cara penularannya dan dapat diklasifikasikan menjadi tiga kategori, yaitu:

a. Penyakit Infeksi Saluran Pencernaan

Salah satu contohnya adalah diare, yang penularannya bersifat fecal-oral. Penyakit ini dapat menyebar melalui beberapa jalur, seperti melalui air (*water borne*) dan melalui alat-alat dapur yang dicuci menggunakan air (*water washed*).

b. Penyakit Infeksi Kulit dan Selaput Lendir

Jenis penyakit ini sangat berkaitan dengan kebersihan pribadi yang kurang baik. Tingkat kejadian penyakit ini dapat meningkat jika akses terhadap air bersih cukup dan kualitas air tersebut baik, sehingga tidak mengandung mikroorganisme penyebab penyakit seperti infeksi jamur pada kulit atau infeksi pada selaput mata (seperti *trachoma*).

c. Penyakit yang Disebabkan oleh Serangga Parasit pada Kulit dan Selaput Lendir

Jenis penyakit ini sangat bergantung pada ketersediaan air bersih untuk kebersihan pribadi, yang bertujuan mencegah infeksi oleh serangga parasit pada tubuh dan pakaian. Serangga parasit ini berkembang biak dengan mudah dan dapat menyebabkan penyakit jika kebersihan pribadi maupun kebersihan umum tidak terjaga. Contohnya tungau *Sarcoptes scabies* (penyakit kudis) dan *louse borne relapsing fever* yang ditularkan oleh kutu.

### 3. *Water bashed disease*

*Water bashed disease* adalah penyakit yang disebabkan oleh organisme patogen yang siklus hidupnya sebagian berlangsung di air, seperti *schistosomiasis*. Larva dari *schistosoma* berkembang di dalam keong air, kemudian setelah matang berubah bentuk menjadi *cercaria* yang mampu menembus kulit atau kaki manusia yang berada di dalam air tersebut. Air ini sangat terkait erat dengan aktivitas manusia sehari-hari, seperti memancing, mandi, mencuci, dan lain-lain.

### 4. *Water related insect vectors*

*Water related insect vectors* adalah organisme yang menyebarkan penyakit dan hidup bergantung pada lingkungan berair, seperti Malaria, Demam Berdarah, dan Filariasis. Misalnya, nyamuk *Aedes aegypti* yang membawa virus *dengue* berkembang biak dengan cepat di lingkungan yang memiliki tempat penampungan air bersih, seperti gentong, pot, dan sebagainya.

## F. Bakteri *Escherichia coli*

*Escherichia coli* adalah bakteri yang secara alami ditemukan di dalam usus manusia dan hewan berdarah panas. Sebagian besar strain *Escherichia coli* tidak menimbulkan bahaya, tetapi terdapat beberapa strain yang dapat menyebabkan penyakit serius.

*Escherichia coli* memiliki bentuk batang pendek, termasuk dalam kategori gram negatif, dengan ukuran sekitar 0,4 hingga 0,7 mikrometer lebar dan 1,4 mikrometer panjang. Selain itu, bakteri ini bersifat motil karena memiliki

flagela yang memungkinkannya bergerak, dapat tumbuh pada keadaan aerobik maupun anaerobik, tumbuh pada suhu 10 – 45°C, pH terbaik untuk pertumbuhannya adalah pada 7 – 7,5 (minimal 4 dan maksimal 9), tumbuh membentuk koloni bundar, cembung, serta permukanya halus dengan tepi yang berbatas tegas.

Bakteri *Escherichia coli* memiliki taksonomi sebagai berikut:

*Kingdom* : Prokariot

*Divisi* : Gracilicutes

*Kelas* : Scotobacteria

*Ordo* : Eubacteriales

*Famili* : Enterobacteriaceae

*Genus* : *Escherichia*

*Spesies* : *coli*

*Nama Binomial*: *Escherichia coli*

*Escherichia coli* terdiri dari beragam kelompok bakteri. Strain *Escherichia coli* yang patogen dikategorikan pada suatu patotipe. Enam patotipe berkaitan dengan kejadian diare dan secara umum disebut sebagai *Escherichia coli* penyebab diare. Keenam patotipe tersebut, yaitu *Shiga toxin-producing Escherichia coli* (STEC), *Enterotoxigenic Escherichia coli* (ETEC), *Enteropathogenic Escherichia coli* (EPEC), *Enteroadgregative Escherichia coli* (EAEC), *Enteroinvasive Escherichia coli* (EIEC), dan *Diffusely adherent Escherichia coli* (DAEC).