

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

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

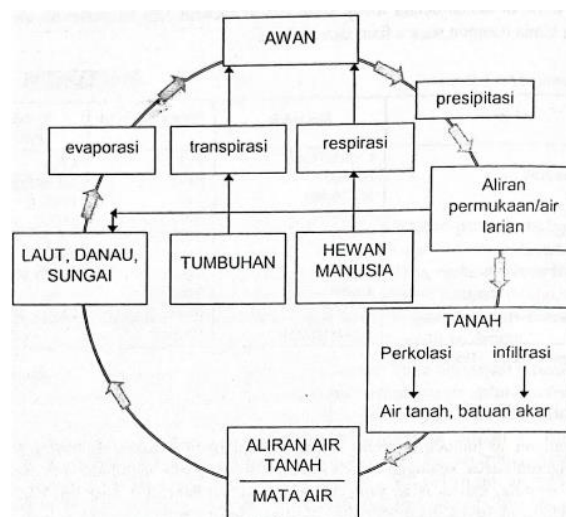
##### **1. Pengertian Air Bersih**

Air merupakan salah satu unsur yang sangat vital bagi kehidupan seluruh makhluk di muka bumi ini. Manusia tanpa makanan dapat bertahan hidup hingga 3-6 bulan sedangkan tanpa adanya air hanya akan bertahan hidup paling lama 3 hari. Dalam tubuh manusia, sekitar 50-80% terdiri dari cairan (Suyono & Budiman, 2020). Air bersih yang digunakan untuk keperluan higiene dan sanitasi adalah air yang digunakan untuk keperluan higiene perorangan dan/atau rumah tangga untuk keperluan sehari – hari dengan kualitas air sesuai dengan yang tercantum dalam Permenkes Nomor 2 Tahun 2023 tentang Kesehatan Lingkungan.

Air bersih yang digunakan untuk berbagai keperluan diantaranya yaitu untuk minum, mandi, mencuci peralatan rumah tangga, mencuci pakaian, memasak yang keseluruhannya itu merupakan kebutuhan pokok. Adapun kebutuhan lain yang perlu menggunakan air bersih yaitu menyiram tanaman, mencuci kendaraan, membersihkan lantai, pendingin mesin atau pelarut bahan (kimia, bangunan, obat/jamu, dan lain – lain) (Suyono & Budiman, 2020).

## 2. Sumber Air Bersih

Jumlah air di bumi ini relatif konstan tetapi tetap bergerak dan mengalami proses yang dimana air bersirkulasi akibat pengaruh cuaca yang kemudian terjadi sebuah siklus yang disebut siklus hidrologi. Siklus ini merupakan salah satu usaha lingkungan untuk menetralkan dirinya dari pencemaran dengan cara mensuplai daerah daratan dengan air dari hasil proses hidrologi (Roosmini & Soemirat, 2024).



Gambar 2. 1 Siklus Hidrologi

Siklus hidrologi dimulai dengan air mengalami proses penguapan (evaporasi) akibat dari panasnya matahari. Proses penguapan ini terjadi pada air permukaan baik itu air tawar maupun air asin, air yang ada di dalam lapisan tanah bagian atas (evaporasi), air yang ada di dalam tumbuhan (transpirasi), hewan, dan manusia (transpirasi, respirasi atau evapotranspirasi). Keseluruhan hasil penguapan ini akan masuk ke atmosfer kemudian di dalam atmosfer tersebut uap air tertiuap oleh angin dan akan berkumpul membentuk

awan. Pada kondisi cuaca tertentu, air dalam awan akan mengalami pendinginan kemudian berubah bentuk menjadi tetesan-tetesan air dan akan jatuh kembali ke permukaan bumi sebagai hujan atau disebut juga proses presipitasi. Air hujan ini akan mengalami proses yang berbeda – beda sesuai dengan wilayahnya. Air hujan ini ada yang mengalir langsung (air larian permukaan/*runoff*) masuk ke dalam air permukaan, ada yang meresap ke dalam tanah (ber-perkolasi) dan menjadi air tanah baik yang dangkal maupun yang dalam (air artesis), ada yang diserap oleh tumbuhan (ber-infiltrasi). Air tanah dalam akan keluar ke permukaan sebagai mata air dan menjadi air permukaan. Air permukaan bersama-sama dengan air tanah dangkal, dan air yang berada di dalam tubuh organisme akan menguap kembali menjadi awan. Siklus hidrologi ini akan terus mengalami pengulangan (Roosmini & Soemirat, 2024).

Menurut (Suyono & Budiman, 2020) sumber air di bumi berdasarkan siklus hidrologi dapat diklasifikasikan menjadi empat jenis, diantaranya sebagai berikut :

a. Air Angkasa

Air angkasa atau air hujan adalah sumber air yang terbentuk akibat proses penguapan air di permukaan bumi oleh panas matahari. Uap air ini akan naik ke atas sampai pada ketinggian tertentu sampai tercapainya persamaan temperatur dengan udara sekitarnya. Beberapa sifat (karakteristik) air hujan sebagai berikut :

- 1) Bersifat lunak, berdasarkan hal itu maka air hujan disebut juga air lunak (*soft water*).
- 2) Air hujan yang asli merupakan air yang belum tercemar bakteri maupun material lainnya dan disebut juga air murni.
- 3) Tidak mengandung mineral dikarenakan proses penguapannya tidak membawa materi mineral tetapi jika setelah turun ke bumi akan mengandung mineral karena mengalami kontak dengan udara yang mengandung debu mineral.
- 4) Mengandung beberapa jenis gas yang terlarut di udara antara lain CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, dan bakteri tertentu.
- 5) Pada musim hujan, debit airnya cukup besar dan akan melimpah ruah, sebaliknya ketika musim kemarau tidak demikian, dalam artian debitnya tidak tetap atau kontinu.

Berdasarkan kelima sifat tersebut dapat diartikan sebagai kelemahan dari air hujan atau air angkasa sehingga penggunaannya untuk air minum dianjurkan hanya dalam keadaan terbatas dan merupakan alternatif terakhir apabila tidak ada lagi sumber air lainnya yang lebih baik. Air hujan tidak mengandung mineral yang diperlukan tubuh sehingga tubuh akan kekurangan mineral apabila mengkonsumsi air hujan untuk di minum dalam jangka waktu yang lama. Air hujan juga tidak akan nyaman apabila digunakan untuk kegiatan higiene dan sanitasi seperti mandi dikarenakan air hujan

dapat melarutkan busa sabun dalam jumlah air yang banyak, dalam arti busa masih ada di kulit meskipun disiram banyak air.

Masalah lain dari air hujan adalah bersifat asam dan akan menyebabkan korosif (mengkaratkan logam), air hujan yang mengandung sulfur yang akan menghasilkan asam sulfat lemah dan dapat mengakibatkan iritasi pada kulit, akan merusak benda-benda yang terbuat dari logam serta dapat membunuh tumbuhan.

b. Air Permukaan

Air permukaan (*surface water*) merupakan air hujan yang jatuh ke permukaan dan akan melalui dua proses, yaitu mengalir di permukaan tanah membentuk dan mengisi genangan air yang besar disebut danau atau mengalir ke tempat yang lebih rendah melalui saluran yang disebut sungai. Kualitas air permukaan pada umumnya kotor, berbau, dan berasa dikarenakan banyak dicemari berbagai bahan pencemar, baik bakteriologis maupun kimiawi.

c. Air Tanah

Air hujan yang meresap dan tersimpan di dalam tanah disebut air tanah (*ground water*). Air tanah ini dapat tersimpan di lokasi yang berbeda – beda yaitu di antara lapisan batuan yang kedap air (*impermeable*), lapisan batuan yang tidak kedap air (*permeable, poreus*), atau tersimpan dalam lapisan tanah.

Secara umum air tanah terbagi menjadi dua jenis, diantaranya sebagai berikut :

### 1) Air Tanah Dangkal

Air tanah dangkal terbentuk karena muka airnya (*water level*) dangkal yaitu antara 2-10 meter. Air tanah dangkal ini terletak antara bebatuan kedap air dengan permukaan tanah. Air tanah dangkal dapat diambil langsung melalui penggalian (sumur gali) atau pengeboran dangkal. Jenis sumur pada air tanah dangkal ini yaitu sumur dangkal (*shallow well*).

### 2) Air Tanah Dalam

Air tanah dalam merupakan air tanah yang muka airnya lebih dari 10 meter. Air tanah dalam ini biasanya tersebar dalam lapisan akuifer. Lapisan akuifer ialah susunan bebatuan yang dapat menangkap dan menyimpan air tanah. jenis sumur pada air tanah dalam ini yaitu sumur air dalam (*deep well*).

### d. Mata air

Mata air merupakan air tanah yang keluar ke permukaan bumi tetapi tidak memancar ke atas seperti artesis. Terdapat dua macam mata air yaitu mata air gravitasi (*gravity spring*) dan mata artesis (*artesian spring*). Mata air gravitasi terjadi akibat tekanan dari lapisan akuifer yang tidak menentu. Besar debit mata air gravitasi ini bergantung pada musim. Debit air akan besar ketika musim hujan begitupun sebaliknya pada musim kemarau.

### 3. Standar Kualitas Air Bersih

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan nomor 2 Tahun 2023 tentang Kesehatan Lingkungan, air untuk keperluan higiene sanitasi harus selalu tersedia setiap saat dan dalam keadaan terlindung dari kemungkinan kontaminasi mikrobiologi, fisik, dan kimia (bahan berbahaya dan beracun, dan atau limbah B3). Sumber sarana dan transportasi air ini harus terlindung sampai dengan titik rumah tangga serta lokasi sarana air berada dekat dengan lingkungan rumah. Apabila menggunakan wadah penampungan air maka harus memenuhi prinsip higiene dan sanitasi dengan cara dibersihkan secara berkala minimal sekali dalam seminggu.

Adapun standar baku mutu yang telah ditetapkan dalam Permenkes Nomor 2 Tahun 2023 terhadap parameter air adalah sebagai berikut :

Tabel 2. 1 Parameter Air untuk Keperluan Higiene dan Sanitasi

No.	Jenis Parameter	Kadar Maksimum Yang Diperbolehkan	Satuan	Metode Pengujian
Mikrobiologi				
1.	<i>Escherichia coli</i>	0	CFU/100ml	SNI/APHA
2.	<i>total Coliform</i>	0	CFU/100ml	SNI/APHA
Fisik				
3.	Suhu	Suhu Udara $\pm 3$	$^{\circ}\text{C}$	SNI/APHA
4.	TDS	<300	Mg/L	SNI/APHA
5.	Kekeruhan	<3	NTU	SNI/APHA
6.	Warna	10	TCU	SNI/APHA
7.	Bau	Tidak Berbau	-	SNI/APHA
Kimia				
8.	pH	6,5 – 8,5	-	SNI/APHA
9.	Nitrat (Sebagai $\text{NO}_3$ )	20	Mg/L	SNI/APHA
10.	Nitrit (Sebagai $\text{NO}_2$ )	3	Mg/L	SNI/APHA

No.	Jenis Parameter	Kadar Maksimum Yang Diperbolehkan	Satuan	Metode Pengujian
11.	Kromium Valensi 6 (Cr <sup>6+</sup> ) (Terlarut)	0,01	Mg/L	SNI/APHA
12.	Besi (Fe) (Terlarut)	0,2	Mg/L	SNI/APHA
13.	Mangan (Terlarut)	0,1	Mg/L	SNI/APHA

## B. Sumur Gali

### 1. Pengertian Sumur Gali

Air tanah masih menjadi sumber air bersih utama baik untuk keperluan air minum maupun keperluan rumah tangga yang tersebar di beberapa wilayah Indonesia. Belakangan ini, masalah air sudah menjadi masalah global dikarenakan debit air yang semakin berkurang, tidak meratanya pendistribusian air, kemurnian air yang mulai terganggu, dan terjadinya pencemaran air yang dapat menyebabkan menurunnya kualitas air (Sumarya *et al.*, 2020).

Sumur gali merupakan salah satu konstruksi sumber air bersih yang paling banyak digunakan oleh masyarakat terutama bagi masyarakat kecil dan rumah – rumah perorangan. Masyarakat Indonesia yang menggunakan sumur sebagai sarana air bersih ialah sekitar 45% dan sebagian besar jenis sumurnya yaitu menggunakan sumur gali (75%) (Puteri, 2021a). Air sumur gali ini sangat rentan mengalami pencemaran dikarenakan memiliki beberapa faktor yang dapat memengaruhi pencemaran seperti konstruksi sumur yang kurang baik dan kedalamannya <15 meter sehingga bahan pencemar berpotensi besar masuk ke dalam sumur (Sumarya *et al.*, 2020).



## 2. Jenis Sumur Gali

Sumur gali terdiri dari dua kategori, diantaranya sebagai berikut :

### a. Berdasarkan Jenisnya

#### 1) Sumur Gali Terbuka

Sumur gali terbuka merupakan sumur gali yang bentuk konstruksinya terbuka dan dilengkapi dengan dinding yang terbuat dari beton, bibir, lantai serta teknik pengambilan airnya menggunakan timba (Mukono, 2002). Keadaan konstruksi dan cara pengambilan air sumur dapat berpotensi menjadi sumber kontaminasi, misalnya sumur dengan konstruksi yang tidak memperhatikan syarat teknis pembuatan dan pengambilan air dengan timba yang tidak saniter. Sumur gali terbuka yang terletak di luar rumah memiliki potensi pencemaran yang tinggi dibandingkan dengan yang berada di dalam rumah. Hal ini disebabkan karena sumur gali yang terletak di luar rumah memungkinkan tercemar oleh hewan atau sumber pencemar lain (Triana & Lilia, 2023).

#### 2) Sumur Gali Tertutup

Sumur gali tertutup merupakan sumur gali yang bentuk konstruksinya tertutup dan teknik pengambilan airnya yaitu dengan pompa, baik menggunakan pompa tangan maupun pompa listrik (Mukono, 2002). Cara pembuatan sumur ini sama dengan sumur terbuka, yang membedakan ialah cara

pengambilan airnya yaitu dengan menggunakan pompa. Hal tersebut memungkinkan pencemaran lebih sedikit dikarenakan sumur selalu dalam keadaan tertutup (Entjang, 2000).

### 3. Persyaratan Sumur Gali

#### a. Syarat Lokasi

Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 5 Tahun 2022, Ketentuan dalam pemilihan lokasi sumur gali adalah sebagai berikut :

- 1) Kapasitas sumber air baku untuk air bersih dengan sistem sumur gali minimal 400 liter/KK/hari;
- 2) Terdapat surat pernyataan kepemilikan lahan atau izin pemanfaatan lahan untuk lokasi sumur gali;
- 3) Terdapat data kontinuitas sumber air sepanjang tahun sesuai dengan kapasitas minimal yang direncanakan;
- 4) Terdapat data geologi yang menunjukkan lahan mudah untuk digali;
- 5) Data atau studi yang menyatakan daerah tersebut merupakan daerah bebas banjir dan lokasi terletak  $> 10$  m dari sumber pencemaran seperti kakus, lubang sampah dan tempat pembuangan air limbah;
- 6) Jarak sumur gali dengan pemakai terletak maksimum 50 meter.

#### b. Syarat Konstruksi

Sumur gali memiliki berbagai syarat konstruksi,

diantaranya sebagai berikut :

- 1) Lantai sumur yang dibangun terdiri dari pasangan batu bata atau batu belah dan beton tumbuk.
- 2) Bagian bawah sedalam minimal 3 meter dari permukaan tanah atau sampai pada keadaan batuan tidak menunjukkan gejala mudah retak atau runtuh.
- 3) Dasar sumur diberi kerikil/pecahan bata/pecahan genteng dengan ukuran butir 3 cm – 5 cm dengan tebal timbunan hingga 50 cm dari dasar sumur.
- 4) Dinding sumur bagian atas diberi dinding setinggi 0,8 meter dari permukaan tanah. Hal ini untuk mencegah masuknya air dari permukaan sumur.
- 5) Dilengkapi dengan sarana untuk mengambil air.
- 6) Dilengkapi dengan saluran pembuangan air bekas hingga jarak kurang lebih 10 meter, kedap air, licin dengan kemiringan minimal 2% ke arah sarana pengolahan air limbah.
- 7) Jarak minimum sumur gali dengan sumber air kotor (*septic tank*, resapan, dan lain-lain) minimal 10 meter.
- 8) Jarak sumur gali dengan pemakai dapat direncanakan untuk radius 50 meter.

c. Syarat Sanitasi Sumur Gali

Menurut Permenkes No. 736/MENKES/PER/IV/2010

mengenai inspeksi sanitasi sumur gali yang baik, meliputi :

- 1) Tidak terdapat genangan air pada jarak 2 meter di sekitar sumur.
- 2) Terdapat saluran pembuangan air limbah dengan kondisi baik/tertutup.
- 3) Dinding sumur sedalam 3 meter dari atas permukaan diplester dengan rapat.
- 4) Lantai sekeliling sumur memiliki radius  $\geq 1$  meter.
- 5) Tidak terdapat keretakan pada lantai semen di sekeliling sumur.
- 6) Penutup sumur bersih.
- 7) Bibir sumur (cincin) sempurna sehingga tidak ada air rembes masuk ke dalam sumur.
- 8) Tidak menggunakan ember (timba).
- 9) Tidak terdapat genangan air di atas lantai semen sekeliling sumur.
- 10) Pagar sekeliling sumur sempurna sehingga tidak memungkinkan untuk binatang masuk.
- 11) Tidak terdapat jamban dalam radius 10 meter dari sumur.
- 12) Tidak terdapat sumber pencemar lain seperti kotoran hewan, sampah, cubluk/*septic tank*) dalam jarak radius 10 meter dari sumur.

#### 4. Sumber Pencemaran Air

Sumber pencemaran air merupakan sisa air buangan yang berasal dari limbah rumah tangga, limbah industri maupun tempat – tempat umum lainnya. Pada umumnya limbah – limbah tersebut mengandung zat – zat yang dapat membahayakan kesehatan manusia

serta dapat mengganggu lingkungan hidup (Mundiatun & Daryanto, 2015).

Air limbah ialah sisa air yang berasal dari kegiatan manusia, baik kegiatan rumah tangga maupun kegiatan lain seperti industri, perhotelan, dan sebagainya. Air sisa tersebut memiliki volume yang cukup besar (kurang lebih 80%) dikarenakan banyaknya air bersih yang digunakan manusia untuk memenuhi kebutuhan hariannya. Air limbah tersebut akan mengalir ke sungai/laut dan akan mengalami proses hidrologi yang dimana akan digunakan kembali oleh manusia. Air limbah ini harus dikelola dan diolah secara baik agar tidak menimbulkan penyakit (Mundiatun & Daryanto, 2015). Air limbah ini berasal dari berbagai sumber, secara garis besar dapat dikelompokkan sebagai berikut:

a. Air Limbah Rumah Tangga (*Domestic Wastes Water*)

Air limbah yang bersumber dari rumah tangga merupakan air limbah yang berasal dari pemukiman penduduk. Pada umumnya air limbah ini terdiri dari ekskreta (tinja dan air seni), air bekas cucian dapur dan kamar mandi, yang sebagian besar terdiri dari bahan-bahan organik (Mundiatun & Daryanto, 2015).

b. Air Limbah Industri (*Industrial Wastes Water*)

Air limbah industri merupakan air limbah yang berasal dari berbagai jenis industri dari proses produksi. Zat-zat yang terkandung di dalam limbah tersebut sangat bervariasi sesuai dengan bahan baku

yang dipakai oleh masing-masing industri, diantaranya yaitu Nitrogen, logam berat, zat pelarut dan sebagainya. Air limbah industri harus dilakukan pengolahan agar tidak menimbulkan polusi bagi lingkungan (Mundiatun & Daryanto, 2015).

c. Air Limbah Perkotaan (*Municipal Wastes Water*)

Air limbah perkotaan merupakan air limbah yang berasal dari daerah perkantoran, perdagangan, hotel, restoran, tempat-tempat ibadah, dan tempat – tempat umum lainnya. Limbah ini disalurkan melalui suatu saluran limbah kota yang bermuara pada suatu sistem pengolahan limbah cair tertentu (Suyono & Budiman, 2020). Pada umumnya zat-zat yang terkandung dalam jenis air limbah ini sama dengan air limbah rumah tangga (Mundiatun & Daryanto, 2015).

5. Faktor – Faktor Yang Memengaruhi Pencemaran Sumur Gali

Pencemaran sumur gali dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya adalah sebagai berikut :

a. Jenis Sumber Pencemar

1) Jamban

Jamban merupakan suatu sarana yang digunakan oleh manusia sebagai tempat membuang kotoran manusia atau pada umumnya disebut kakus/WC. Fungsi dari jamban ialah menyimpan kotoran tersebut agar tidak mengotori lingkungan pemukiman yang dapat menjadi penyebab penyebaran penyakit (Rohana *et al.*, 2024).

## 2) *Septic Tank*

*Septic tank* merupakan bak kedap air yang memiliki fungsi sebagai penampung dan dapat mengolah air kotoran manusia seperti tinja dan *urine* dengan kecepatan aliran lambat. Hal tersebut dapat memberikan peluang pada suspensi benda padat untuk mengalami pengendapan serta penguraian bahan-bahan organik oleh jasad anaerobik untuk membentuk bahan-bahan larut air dan gas (Permenkes, 2014).

## 3) Cubluk

Cubluk merupakan terusan dari jamban yang berupa lubang galian. Pada dasarnya cubluk memiliki fungsi yang hampir sama dengan *septic tank* yaitu sebagai tempat penampungan limbah ekskreta manusia. Limbah yang masuk ke dalam cubluk, setiap harinya akan mengalami proses penyerapan ke dalam tanah untuk limbah cairnya dan untuk limbah padat akan mengalami penguraian secara biologis (Permenkes, 2014).

## 4) Kandang Ternak

Kandang ternak merupakan salah satu sumber pencemar air sumur gali dan kebersihan kandang sangat berpengaruh terhadap kualitas air sumur terutama secara bakteriologisnya. Kandang ternak yang memiliki jarak kurang dari 10 meter dan memiliki kondisi yang kurang baik seperti banyaknya kotoran

hewan ternak yang tersebar di sekitar kandang terutama di bawah kandang akan menyebabkan pencemaran pada tanah di sekitarnya. Kotoran tersebut akan terserap oleh tanah dan akan berpotensi masuk ke dalam aliran air sumur gali. Banyaknya bakteri yang terkandung pada sumber pencemar ini akan berpengaruh besar terhadap banyaknya bakteri yang masuk ke dalam tanah (Puspandhani, 2024) .

#### 5) Sungai

Sungai merupakan salah satu ekosistem perairan terbuka yang rentan terhadap pencemaran. Pencemaran aliran sungai pada umumnya diakibatkan oleh aktivitas manusia dan situasi lingkungan di sekitar aliran sungai (Nursaini & Harahap, 2022). Sumber pencemaran yang berasal dari sungai dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu sumber titik dan sumber tersebar. Sumber titik pencemaran ialah sumber pencemaran yang berasal dari limbah rumah sakit, industri, dan hotel sedangkan sumber tersebar ialah sumber pencemaran yang berasal dari limbah rumah tangga, peternakan dan pertanian (Indriyani *et al.*, 2024).

#### 6) Tempat Pembuangan Sampah (TPS)

Tempat pembuangan sampah (TPS) dapat berpotensi menjadi sumber pencemaran bagi air sumur gali. Hal tersebut dapat terjadi dikarenakan sampah yang menumpuk lama di tempat pembuangan sampah kemudian terjadi proses



pembusukan akan menghasilkan air lindi. Berbagai macam zat berbahaya dapat terkandung di dalam air lindi termasuk bakteri *Coliform*. Lokasi tempat pembuangan sampah yang berdekatan dengan sumur akan berpotensi terjadinya perembesan air lindi ke dalam tanah dan akan mencemari air sumur (Korniasih & Sumarya, 2021).

b. Saluran Pembuangan Air Limbah (SPAL)

Saluran pembuangan air limbah merupakan perlengkapan pengelolaan air limbah yang dapat berupa pipa atau lainnya untuk mengalirkan air buangan dari sumber hingga ke tempat pembuangan. Sarana pembuangan air limbah dapat berupa galian yang diperuntukkan sebagai tempat pengumpulan air buangan dari limbah kamar mandi, limbah cucian, dan limbah lainnya yang kemudian akan meresap ke dalam tanah (Irianto, 2019).

c. Jarak Sumber Pencemar

Pola pencemaran air tanah oleh bakteri mencapai jarak 10 meter. Pembuatan sumur gali yang berjarak kurang dari 10 meter dari sumber pencemar mempunyai risiko tercemarnya air sumur yang berasal dari perembesan air sumber pencemar (Mundiatun & Daryanto, 2018).

d. Kondisi Fisik Sumur

Kondisi fisik sumur merupakan sebuah kondisi yang dapat mendukung sanitasi dari konstruksi sarana sumur gali. Bangunan

fisik sumur yang tidak sesuai dengan standar inspeksi sanitasi sumur gali menurut Permenkes No. 736/MENKES/PER/IV/2010 akan mempermudah bakteri meresap dan masuk ke dalam sumur. Sumur yang memiliki dinding dengan cincin tidak kedap air atau cincin beton yang terdapat retakan akan dengan mudah terkontaminasi oleh limbah dan juga dapat terkontaminasi oleh bakteri. Keadaan lain yang mendukung yaitu bibir sumur, sumur gali yang memiliki bibir sumur tidak memenuhi syarat memberikan pengaruh terhadap penurunan kualitas air sumur yang dihasilkan.

e. Arah Aliran Air Tanah

Arah aliran air tanah dapat menjadi penentu yang memungkinkan terjadinya pencemaran pada air sumur. Sumur yang terletak di daerah rendah akan lebih berisiko mengalami kontaminasi dibandingkan dengan sumur yang terletak di daerah tinggi. Hal ini disebabkan oleh aliran air permukaan yang membawa zat pencemar dari tempat yang lebih tinggi ke daerah yang lebih rendah dan akan meningkatkan potensi masuknya zat pencemar ke dalam sumur gali (Nur Audilah, 2025).

f. Porositas dan Permeabilitas Tanah

Sumur gali dapat mengalami pencemaran melalui proses infiltrasi air yang terkontaminasi zat pencemar ke dalam tanah sampai ke akuifer. Proses infiltrasi ini bergantung pada kondisi tanah seperti jenis tanah, porositas dan permeabilitas tanah (Cansa *et al.*,

2023). Jenis tanah berpasir dengan porositas tinggi akan mempercepat peresapan air permukaan sehingga dapat meningkatkan risiko pencemaran sedangkan tanah liat yang jenisnya lebih padat dapat menghambat infiltrasi sehingga risiko pencemarannya lebih rendah (Nur Audilah, 2025).

g. Curah Hujan

Cuaca dapat memengaruhi kualitas air sumur gali dikarenakan perubahan pada curah hujan akan berdampak pada infiltrasi air ke dalam tanah. Ketika musim hujan, curah hujan meningkat dan akan memperbesar infiltrasi air permukaan dan dapat berpotensi membawa zat pencemar dan bakteri *Coliform* ke dalam sumur. Air hujan yang mengalir di atas permukaan tanah dapat menyebarkan bakteri *Coliform* sedangkan air yang meresap ke dalam tanah mempercepat pergerakannya dilapisan tanah (Nur Audilah, 2025).

## C. Sungai

### 1. Pengertian Sungai

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021, sungai merupakan sebuah alur atau wadah air alami yang berupa jaringan aliran air serta air di dalamnya yang dimulai dari hulu sampai dengan muara. Sungai dibatasi oleh garis sempadan di kanan dan kirinya. Sungai mempunyai peran yang sangat penting bagi kehidupan seluruh makhluk hidup di bumi. Kualitas air sungai dapat dipengaruhi

oleh aktivitas manusia baik dari kegiatan rumah tangga maupun industri. Pertumbuhan populasi manusia yang cepat dan tingkat ketidakpedulian masyarakat akan lingkungan dalam menjalani aktivitas dapat menjadi penyebab terjadinya pencemaran, terutama pada perairan sungai (Pramaningsih *et al.*, 2023).

## 2. Baku Mutu Air Sungai

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, baku mutu air sungai dan sejenisnya dikategorikan menjadi empat kelas sesuai dengan peruntukannya.

- a. Kelas satu merupakan air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum, dan/atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
- b. Kelas dua merupakan air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan/atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
- c. Kelas tiga merupakan air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi tanaman, dan/atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

- d. Kelas empat merupakan air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi pertanian dan/atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 27 Tahun 2021 tentang Indeks Kualitas Lingkungan, terdapat 8 parameter yang menjadi parameter wajib dalam pelaksanaan pemantauan kualitas air sungai, diantaranya :

Tabel 2. 2 Baku Mutu Parameter Pemantauan Kualitas Air

Parameter	Satuan	Baku Mutu
Fisik		
Jumlah padat tersuspensi (TSS)	(mg/L)	50
Kimia		
pH	-	6 – 9
BOD	(mg/L)	3
COD	(mg/L)	25
Oksigen Terlarut (DO)	(mg/L)	Min. 4
NO <sub>3</sub> sebagai N	(mg/L)	10
Total Fosfat sebagai P	(mg/L)	0,2
Mikrobiologi		
<i>total Coliform</i>	(MPN/100mL)	5.000

- a. pH (Derajat Keasamaan)

pH adalah derajat keasaman atau kebasaan suatu larutan. Larutan netral memiliki pH 7, asam lebih kecil dari 7 dan basa lebih besar dari 7. Nilai pH di luar *range* 6 – 9 dapat disebabkan oleh hujan asam, buangan industri, drainase pertambangan dan pelapukan mineral. Pengukuran pH ideal adalah langsung dilakukan di lapangan atau saat pengambilan sampel.

b. *Total Suspended Solid (TSS)*

*Total Suspended Solid* adalah padatan yang tersuspensi di dalam perairan. TSS merupakan residu dari padatan total yang tertahan oleh saringan dengan ukuran partikel maksimal  $2\mu\text{m}$  atau lebih besar dari ukuran partikel koloid yang diantaranya ialah lumpur, tanah liat, logam oksida, sulfida, ganggang, bakteri dan jamur maupun bahan organik. Baku mutu TSS untuk air Kelas II sebesar 50 mg/L.

c. *Dissolved Oxygen (DO)*

*Dissolved Oxygen* atau oksigen terlarut merupakan kandungan oksigen yang terkandung dalam suatu perairan. Konsentrasi oksigen terlarut ini sangat penting terhadap kelangsungan hidup biota air seperti tumbuhan dan hewan air. Semakin besar nilai parameter DO, maka kualitas air tersebut semakin baik. Sebaliknya jika nilai parameter DO rendah, maka kualitas air menunjukkan tingkat pencemaran yang tinggi. Kadar oksigen terlarut yang tinggi berdampak pada kelangsungan hidup biota perairan semakin baik. Selain itu, semakin besar DO, maka kemampuan perairan untuk mengoksidasi dan mendegradasi polutan organik semakin baik. Nilai standar baku mutu DO berdasarkan baku mutu air kelas II adalah 4 mg/L.

d. *Biological Oxygen Demand (BOD)*

*Biological Oxygen Demand* atau kebutuhan oksigen biokimiawi adalah suatu karakteristik yang menunjukkan jumlah oksigen terlarut yang diperlukan oleh mikroorganisme (biasanya bakteri) untuk mengurai atau mendekomposisi bahan organik dalam kondisi aerob. Bahwa bahan organik yang terdekomposisi dalam BOD adalah bahan organik yang siap terdekomposisi. Pemeriksaan BOD diperlukan untuk menentukan beban pencemaran akibat air limbah rumah tangga atau industri. Penguraian zat organik adalah peristiwa alamiah. Apabila sesuatu badan air dicemari oleh zat organik, bakteri dapat menghabiskan oksigen terlarut dalam air selama proses oksidasi sehingga mengakibatkan kematian ikan. Baku mutu BOD untuk air kelas II sebesar 3 mg/L.

e. *Chemical Oxygen Demand (COD)*

*Chemical Oxygen Demand* atau kebutuhan oksigen kimia adalah jumlah oksigen yang diperlukan untuk mengurai seluruh bahan organik yang terkandung dalam air. Hal ini karena bahan organik yang ada sengaja diurai secara kimia menggunakan oksidator kuat kalium bikromat pada kondisi asam dan panas dengan katalisator perak, sehingga segala macam bahan organik baik yang mudah terurai ataupun sulit urai akan teroksidasi. Dengan demikian selisih nilai antara COD dan BOD memberikan

gambaran besarnya bahan organik yang sulit diurai yang ada di perairan. Bisa saja nilai BOD sama dengan COD tetapi BOD tidak akan lebih besar dari COD. Jadi COD menggambarkan jumlah total bahan organik yang ada. Baku mutu COD untuk air kelas II adalah 25 mg/L.

f. Total Fosfat

Fosfat hadir dalam senyawa asam fosfat, garam, maupun senyawa organofosfat. Limbah fosfat dapat berasal dari limbah domestik dan pertanian. Detergen yang mengandung fosfat dapat bereaksi dengan lapisan minyak dan lemak dari noda makanan sehingga noda tersebut menjadi mudah dihilangkan. Fosfat dianggap mencemari badan air dan waduk. Fosfat diketahui sebagai bahan kimia yang memicu pertumbuhan tak terkendali alga (*algae blooming* atau eutrofikasi) yang dapat menutup permukaan air. Alga yang tumbuh tak terkendali akan mengganggu pertumbuhan ikan dan tanaman yang ada di dalam air karena sinar matahari terhambat masuk. Sinar matahari penting bagi banyak organisme air untuk melakukan fotosintesis. Selain itu, oksigen terlarut di dalam air yang digunakan oleh ikan dan spesies lain akan direbut oleh alga untuk kepentingannya sendiri. Baku mutu Total Fosfat untuk air kelas II adalah 0,2 mg/L.

g. Nitrat ( $\text{NO}_3 - \text{N}$ )

Nitrat adalah aktivitas mikroba di dalam tanah atau air



menguraikan sampah yang mengandung nitrogen organik. Nitrat merupakan senyawa yang paling sering ditemukan di sungai atau air permukaan. Tingginya kadar nitrat dalam air membahayakan kehidupan manusia dan hewan. Kadar nitrat yang diperbolehkan dalam air kelas II adalah 10 mg/L.

#### h. *Fecal Coliform*

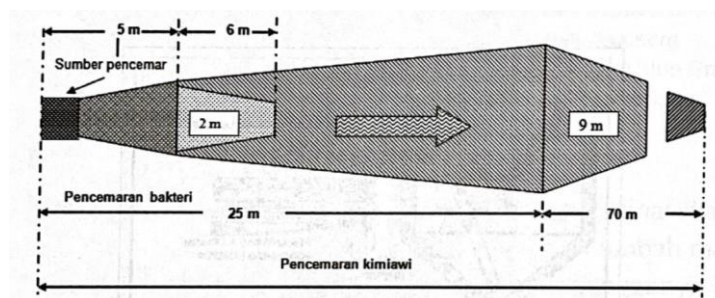
Bakteri yang umum digunakan sebagai indikator tercemarnya suatu badan air adalah bakteri *Escherichia coli* yang merupakan salah satu bakteri yang tergolong *Coliform* dan hidup normal di dalam kotoran manusia dan hewan sehingga disebut *Fecal Coliform*. Baku mutu *Fecal Coliform* untuk air kelas II adalah 5.000 MPN/100mL.

### 3. Penentuan Jarak Sungai dengan Sumur Gali

Pencemaran sungai merupakan suatu kondisi dimana kualitas air sungai mengalami penurunan yang diakibatkan oleh masuknya zat pencemar. Penyebab utama dari pencemaran sungai ialah air limbah dan sampah. Kecenderungan perilaku masyarakat yang memanfaatkan sungai sebagai tempat pembuangan ini dapat menurunkan fungsi alamiah bagi ekosistem sungai serta dapat merugikan lingkungan sekitar maupun kesehatan manusia.

Suatu air sungai yang tercemar air limbah akan mengakibatkan adanya kebocoran dan infiltrasi pada dasar sungai sehingga air limbah akan masuk ke dalam tanah dan mencemari daerah – daerah di sekitar

tanah tersebut. Begitupun dengan sumur gali, semakin dekat jarak sumur gali terhadap sumber pencemar maka semakin besar kemungkinan terjadinya pencemaran. Sumur gali menyediakan air yang berasal dari air tanah yang relatif dekat pada tanah permukaan, sehingga mudah terkontaminasi melalui perembesan dari sumber pencemar (Puteri, 2021b). Dapat diketahui mekanisme pencemaran air tanah terdiri dari pencemaran bakteriologis dan pencemaran kimiawi.



Gambar 2. 2 Jarak Pencemaran Bakteriologis dan Kimiawi di Dalam Tanah

- a. Pencemaran air tanah oleh bakteri dari sumber pencemar dapat mencapai jarak 11 meter searah aliran air tanah. Berdasarkan hal tersebut, pembuatan sumur pompa atau sumur gali harus berjarak minimal 11 meter dari sumber pencemar bakteriologis (Suyono & Budiman, 2020).
- b. Pencemaran secara kimiawi dapat mencapai jarak 95 meter sesuai dengan arah aliran air. Berdasarkan hal tersebut, pembuatan sumur pompa atau sumur gali harus berjarak minimal 95 meter dari sumber pencemar kimiawi (Suyono & Budiman, 2020).

#### 4. Dampak Kesehatan Pencemaran Sungai

Air merupakan salah satu kebutuhan pokok setiap makhluk hidup khususnya manusia. Selain memberikan berbagai manfaat, air juga dapat menimbulkan dampak buruk terhadap kesehatan manusia apabila tidak memenuhi persyaratan higiene dan sanitasi. Air yang tercemar akan menjadi media penularan penyakit sehingga penting untuk selalu memastikan air yang digunakan untuk kebutuhan sehari-hari memenuhi standar yang telah ditetapkan. Berikut merupakan penyakit – penyakit yang dapat ditularkan melalui media air (Irwan, 2017) :

##### a. *Water Borne Disease*

*Water Borne Disease* merupakan penyakit yang ditularkan secara langsung melalui air minum yang terkontaminasi patogen penyebab penyakit. Penyakit tersebut diantaranya adalah diare, disentri, kolera, demam *typhoid*, *hepatitis infectiosa*, dan *gastroenterities*.

##### b. *Water Washed Disease*

*Water Washed Disease* merupakan penyakit yang disebabkan oleh kurangnya ketersediaan air bersih. Penyebaran penyakit ini sangat berkaitan dengan buruknya higiene perorangan serta kurang terjaganya kebersihan peralatan makan dan pakaian. Penyakit – penyakit yang ditimbulkan yaitu *conjunctivitis/trachoma* dan *scabies*.

c. *Water Bashed Disease*

*Water bashed disease* merupakan penyakit yang ditularkan oleh bibit penyakit yang sebagian siklus hidupnya berlangsung di dalam air seperti *schistomiasis*. Larva *schistosoma* hidup dan berkembang di dalam keong air. Larva ini akan berubah bentuk menjadi *cercaria* yang mampu menembus kulit atau kaki manusia ketika berada di dalam air tersebut. Air ini sangat erat kaitannya dengan kehidupan manusia sehari – hari seperti mandi, mencuci, menangkap ikan, dan sebagainya.

d. *Water Related Insect Vectors*

*Water Related Insect Vectors* merupakan penyakit yang ditularkan melalui vektor yang hidupnya bergantung pada air untuk berkembang biak seperti malaria, demam berdarah, filariasis, *yellow fever* dan sebagainya.

## D. Bakteri *Coliform*

### 1. Pengertian Bakteri *Coliform*

Bakteri *Coliform* adalah golongan bakteri intestinal yang hidup di dalam saluran pencernaan manusia (Madigan *et al.*, 1997). Bakteri *Coliform* merupakan golongan mikroorganisme yang lazim digunakan sebagai indikator yang dimana bakteri ini dapat menjadi sinyal untuk menentukan suatu sumber air yang telah terkontaminasi oleh patogen penyebab penyakit (Sari, 2024). Adapun ciri-ciri morfologi bakteri *Coliform* yaitu:

- a. Berbentuk batang;
- b. Gram negatif;
- c. Tidak membentuk spora;
- d. Memfermentasi laktosa;
- e. Menghasilkan asam dan gas dalam waktu 2x24 jam pada suhu 37°C.

Bakteri *Coliform* sangat banyak dijumpai di sekitar kita tetapi tidak dapat dilihat secara langsung dengan mata telanjang. Keunggulan dari Bakteri *Coliform* ialah mempunyai daya tahan yang lebih tinggi dibandingkan dengan bakteri patogen lain sehingga *Coliform* lebih mudah diisolasi dan ditumbuhkan (Sari, 2024) .

Pertumbuhan dan perkembangbiakan bakteri *Coliform* di perairan sangat dipengaruhi oleh lingkungan sekitarnya. Tingginya kelimpahan *Coliform* pada sebuah perairan maka pertumbuhan bakteri patogen yang dapat mencemari biota perairan juga akan semakin tinggi serta akan menyebabkan gangguan kesehatan pada manusia jika perairan tersebut dimanfaatkan untuk memenuhi aktivitas manusia (Sari, 2024).

## 2. Jenis – Jenis Bakteri *Coliform*

*Coliform* merupakan bakteri yang memiliki habitat normal di usus manusia dan juga hewan serta sebagai bakteri indikator keberadaan bakteri patogenik. Bakteri *Coliform* dibagi menjadi 2 golongan yaitu sebagai berikut:

a. Bakteri *Fecal*

Bakteri *fecal* merupakan bakteri yang berasal dari saluran pencernaan manusia atau hewan berdarah dingin. Bakteri yang termasuk kedalam bakteri *fecal* yaitu *Escherichia coli* (Setyati *et al.*, 2022). Bakteri *fecal* dapat dijadikan sebagai indikator adanya pencemaran di suatu perairan (Palorkar *et al.*, 2021). Penyakit yang ditimbulkan oleh bakteri *Escherichia coli* ialah gangguan pada saluran pencernaan seperti diare (Jiwintarum & Baiq, 2017 dalam Kurahman *et al.*, 2022).

b. Bakteri *Non Fecal*

Bakteri *non fecal* adalah bakteri *Coliform* yang terdapat pada hewan atau tanaman-tanaman yang telah mati atau membusuk. Bakteri yang termasuk ke dalam bakteri *non fecal* ialah bakteri *Enterobakter Aerogenes* (Saputri & Efendy, 2020). Penyakit yang ditimbulkan oleh bakteri ini yaitu penyakit oportunistik seperti kanker (Jiwintarum & Baiq, 2017 dalam Kurahman *et al.*, 2022).

Jenis-jenis bakteri yang termasuk dalam kelompok bakteri *Coliform* antara lain sebagai berikut:

a. Bakteri *Enterobacteriaceae*

*Enterobacteriaceae* merupakan bakteri yang hidup pada saluran pencernaan makhluk hidup baik itu manusia maupun hewan. Bakteri ini memiliki ukuran sekitar 0,5-3,0

mikron, bersifat anaerobik fakultatif, berbentuk batang, tidak berspora bergerak menggunakan flagella, dan dapat berkembang biak dengan baik di dalam usus semua makhluk berdarah panas. Beberapa jenis bakteri yang sering dijumpai pada keluarga bakteri *Enterobacteriaceae* diantaranya yaitu *Escherichia*, *Salmonella*, *Shigella* dan *Klebsiell* (Halimatussa'diah *et al.*, 2022). Habitat alami dari bakteri *Enterobacteriaceae* masih belum dapat diketahui hingga saat ini tetapi bakteri ini tersebar luas pada lingkungan, makanan, air, tanah serta sayuran (Sari, 2024).

Bakteri *Enterobacteriaceae* ini sering dijumpai pada makanan dan minuman dalam kondisi apapun yakni dalam kondisi telah dimasak, tidak dimasak, beku dan tidak beku yang dimana dapat berpotensi menimbulkan penyakit seperti demam *typhoid* dan *dysentri* (Halimatussa'diah *et al.*, 2022).

b. Bakteri *Escherichia coli*

*Escherichia coli* merupakan bakteri yang berasal dari Genus *Escherichia* dan termasuk anggota dari famili *Enterobacteriaceae*. Bakteri *Escherichia coli* adalah organisme aerobik yang paling banyak dijumpai di saluran usus manusia dan hewan berdarah panas (Hong *et al.*, 2021). Bakteri ini berbentuk batang, gram negatif, anaerob fakultatif, tidak memiliki spora dan dapat tumbuh dengan dan tanpa

adanya oksigen. *Escherichia coli* mampu bertahan hidup di daerah kering ataupun basah (Rahayu, 2018). Waktu generasi yang dibutuhkan bakteri *Escherichia coli* untuk berkembang biak adalah sekitar 30-87 menit tergantung suhu. Suhu optimum untuk pertumbuhan *Escherichia coli* adalah 37°C dengan waktu generasi terpendek 30 menit. Bakteri *Escherichia coli* dapat diklasifikasikan menjadi 3 kelompok berdasarkan interaksi dengan inang (manusia) yaitu nonpatogen (komensal), patogen saluran pencernaan dan patogen non-usus (ekstraintestinal) (Sari, 2024).

Bakteri *Escherichia coli* pada umumnya hidup di saluran pencernaan manusia atau hewan dan termasuk ke dalam golongan bakteri *Coliform* yang dapat menimbulkan berbagai macam penyakit terutama diare. Apabila bakteri ini ditemukan diluar tubuh manusia, hal tersebut menandakan bahwa telah terjadi kontaminasi dari feses manusia maupun hewan (Nengsih, 2022).

c. Bakteri *Klebsiella*

*Klebsiella* merupakan bakteri anerob yang memiliki bentuk batang pendek, berukuran 0,5 sampai dengan 1,5 x 1,2 mikron, memiliki selubung yang lebarnya 2-3 kali dari ukuran kuman lainnya, tidak dapat bergerak dan belum memiliki spora atau rambut. Bakteri ini banyak ditemukan di bagian mulut,



kulit, saluran pencernaan, saluran kemih dan saluran pernafasan (Sari, 2024).

### 3. Penanganan Pencemaran Air oleh Bakteri *Coliform*

Berikut ini merupakan beberapa upaya penanganan terhadap pencemaran air yang disebabkan oleh bakteri *Coliform* yang dapat dilakukan untuk menjaga kualitas air agar tetap memenuhi standar kesehatan (Khambali *et al.*, 2021) :

#### a. Disinfeksi

Penggunaan disinfektan seperti klorin (klorinasi) adalah metode umum dan efektif untuk membunuh bakteri *Coliform*. Konsentrasi klorin dan waktu kontak sangat menentukan efektivitasnya. Selain itu, sterilisasi fisik seperti pemanasan (merebus) juga disebut sebagai langkah dasar, terutama dalam kondisi lokal di mana teknologi modern tidak tersedia. proses perebusan (disinfeksi termal) dilakukan mencapai titik didih (100°C di permukaan laut) selama waktu yang cukup akan membunuh sebagian besar mikroorganisme berbahaya, termasuk bakteri, virus, dan parasit.

#### b. Filtrasi

Penggunaan media penyaring yang mampu menahan partikel dan mikroba (termasuk *Coliform*) sebagai tahap awal sebelum air disinfeksi. Misalnya, penyaringan melalui pasir, keramik, atau kombinasi filter sederhana.

c. Pemilihan Sumber dan Jarak Aman

Memilih sumber air yang relatif terlindung dari pencemaran permukaan, menjaga jarak yang memadai antara sumber pencemar (jamban, sungai, septic tank) dan sumur atau sumber air minum. Ini agar infiltrasi bakteri melalui tanah dapat diminimalkan.

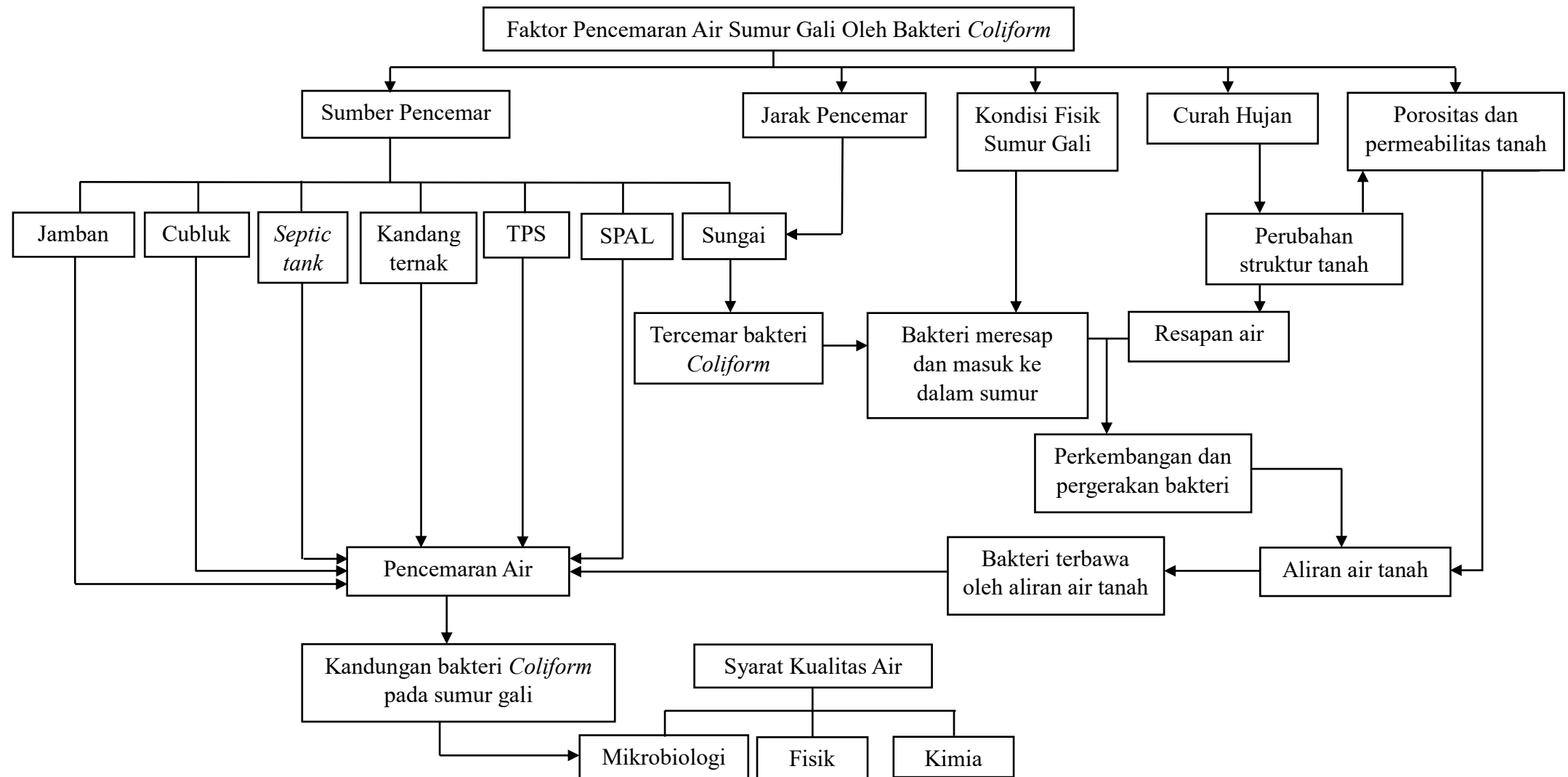
d. Perilaku Higiene dan Sanitasi Lingkungan

Memelihara kebersihan lingkungan sumber air, menjaga peralatan pengambil air (ember, selang, penutup), dan memastikan kondisi fisik wadah bersih.

e. Monitoring dan Pengujian Berkala

Melakukan uji mikrobiologis berkala (misalnya MPN *Coliform*) untuk memastikan bahwa air yang digunakan memenuhi standar kesehatan. Jika ditemukan kontaminasi, segera dilakukan tindakan korektif.

### E. Kerangka Teori



Gambar 2. 3 Kerangka Teori

Modifikasi Teori: Nursaini & Harahap (2022); Suyono & Budiman (2020); Permenkes No. 736/MENKES/PER/IV/2010; Nur Audilah (2025); Permenkes Nomor 2 Tahun 2023; Sari (2024)