

## **BAB II**

### **KAJIAN TEORI**

#### **2.1. Penelitian Terdahulu**

1. Kajian oleh (Hardianti dkk, 2024) yang dimuat dalam sebuah jurnal membahas faktor-faktor yang memengaruhi keberadaan Ecoli di sumur gali. Tujuannya untuk mengetahui apa saja yang memengaruhi munculnya bakteri tersebut. Penelitian ini menggunakan desain cross-sectional dengan total populasi 116 sumur gali dan jumlah sampel sebanyak 89 sumur, yang dipilih secara acak. Analisis univariat menghasilkan data dari 89 responden, di mana 38 (42,7%) responden terdeteksi, sedangkan 51 (57,3%) lainnya tidak terdeteksi. Sebanyak 45 (50,6%) responden menunjukkan bahwa jarak septic tank tidak memenuhi syarat, sedangkan 44 (49,4%) memenuhi syarat. Dari segi kondisi fisik sumur gali, 40 (44,9%) responden tidak memenuhi syarat, sedangkan 54 (60,7%) memenuhi syarat. Pada pengujian statistik chi-square, jarak antara tangki septik, lokasi penumpukan limbah, serta kondisi fisik dari sumur gali memperlihatkan nilai p sebesar 0,000. Temuan mengindikasikan ada hubungan signifikan terhadap jarak tangki septik, jarak pembuangan sampah, juga kondisi fisik sumur gali dengan keberadaan E-coli di suor galo di kampung Lubuk Empelas Kabupaten Muaraenim tahun 2024.
2. Kajian oleh (Pratiwi dkk, 2022) yang dimuat dalam jurnal membahas identifikasi E-coli juga kondisii fisik sumur gali di sekitar bekas Tempat Pembuangan Akhir (TPA) sampah Punggolaka, Kota Kendari. Tujuannya untuk mengetahui keberadaan bakteri E. coli serta

Penelitian ini memakai metode deskriptif observasional dengan cara mengambil semua sampel yang ada (total sampling). Hasil penelitian menunjukkan, dari 5 sumur gali yang diperiksa, semuanya (100%) mengandung bakteri *Escherichia coli*. Dari segi kondisi fisik, 3 dari 5 sumur (60%) tidak memenuhi standar. Untuk masyarakat, 88% memiliki pengetahuan tentang sanitasi dasar yang baik, tetapi sikap mereka 59% kurang dan tindakan 56% kurang. Kesimpulannya, semua sumur gali mengandung bakteri *E. coli*, sebagian besar kondisi fisiknya tidak memenuhi standar, pengetahuan masyarakat tentang sanitasi sudah baik, tapi sikap dan tindakan mereka masih kurang.

3. Dalam penelitian yang dilakukan oleh (Martianto dkk, 2024) dalam jurnal uji baku kualitas *E-coli* air sumur gali terhadap jarak selokan Kota Malang. Tujuan untuk mengetahui tingkat kontaminasi bakteri *Enterobacteriaceae* di air sumur gali berdasarkan jarak thp selokan Kota Malang. Hasil kajian temuan nilai MPN pada kelompok sampel air sumur gali dengan jarak < 10 meter dari selokan, > 10 meter dari selokan, dan selokan sebagai kontrol adalah 60,54, 57,80, dan 17,00 secara berurutan dengan satuan MPN/100 mL. Perbandingan antara seluruh kelompok pada nilai MPN tidak signifikan ( $P > 0,05$ ). Hasil kultur menunjukkan bahwa rata rata koloni Lactose Fermenting dan Non Lactose Fermenting pada kelompok sampel adalah 217,13 dan 198,67, 239,17 dan 300, dan 242 dan 77,33 secara berurutan dengan satuan CFU/mL. Hasil signifikan ( $P <$  dengan kontrol dan  $>$  dengan kontrol).
4. Dalam kajian yang dilakukan oleh (Sari dkk, 2020) yang dipublikasikan di jurnal yang membahas pengaruh jarak dari kandang hewan terhadap total coliform dalam air sumur gali di Desa Klambir. Tujuan menganalisis pengaruh jarak kandang ternak terhadap kandungan Total Coliform dalam air sumur gali warga di Desa Klambir. Hasil temuan dari 35 sampel yang diperiksa, semuanya mengandung Coliform.

Secara rinci, 22 sumur (62,9%) memiliki total Coliform lebih dari 50/100 mL, sedangkan 13 sumur (37,1%) memiliki total Coliform 50/100 mL atau kurang. Hasil analisis regresi logistik berganda menunjukkan bahwa jarak kandang ternak berpengaruh terhadap kandungan Total Coliform di air sumur gali.

5. Dalam kajian oleh (Andrianti, 2025) berjudul Gambaran Sanitasi Sumur Gali dan Kualitas Bakteriologis Air Sumur Gali di Desa Sidomukti Wilayah Kerja Puskesmas Sumberagung. Tujuan Penelitian untuk mengevaluasi kondisi bakteriologis air pada sumur gali, khususnya terkait dengan *Escherichia coli*, melihat faktor konstruksi dan sanitasi di sekitar sumur yang ada di Desa Sidomukti. Hasil temuan semua sumur gali di Desa Sidomukti tidak memenuhi standar konstruksi dan sanitasi yang seharusnya. Dari hasil uji laboratorium, ditemukan bahwa 5 sumur tidak memenuhi standar bakteriologis untuk *Escherichia coli*, sedangkan 4 sumur lainnya dianggap memenuhi. Kesimpulan dari studi ini adalah 5 sumur gali (56%) tidak memenuhi kriteria untuk *Escherichia coli* dan 4 sumur (44%) memenuhi kriteria tersebut. Secara keseluruhan, 55% sumur tidak memenuhi syarat untuk konstruksi dan sanitasi.

**Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu**

No.	Nama Peneliti	Judul penelitian	Lokasi peneltian	Desain penelitian	Variabel	Hasil penelitian
1	2	3	4	5	6	7
1.	Hardianti dkk (2024)	Analisis faktor yang mempengaruhi keberadaan bakteri <i>Escherichia coli</i> pada sumur gali	Desa Lubuk Empelas Kabupeten Muaraenim	Cross-sectional	Variabel bebas: keberadaan bakteri <i>Escherichia coli</i> , jarak septic tank, kondisi fisik sumur gali  Variabel terkait: hubungan jarak septic tank dengan ecoli	Analisis univariat menunjukkan bahwa dari 89 responden, 38 (42,7%) responden ada, sementara 51 (57,3%) responden tidak ada. Dari 89 responden tersebut, 45 (50,6%) memiliki jarak septic tank yang tidak memenuhi kriteria, sedangkan 44 (49,4%) memenuhi kriteria. Untuk kondisi fisik sumur gali, 40 (44,9%) responden tidak memenuhi syarat, sementara 54 (60,7%) memenuhi syarat. Uji chi-square menunjukkan p-value 0,000, yang berarti ada hubungan signifikan antara jarak septic tank, jarak penumpukan sampah, dan kondisi fisik sumur gali dengan keberadaan bakteri <i>Escherichia coli</i> di sumur gali Desa Lubuk Empelas, Muaraenim, tahun 2024.

2.	Pratiwi dkk, (2022)	Identifikasi bakteri <i>Escherichia coli</i> dan gambaran kondisi fisik sumur gali di sekitar bekas tempat pembuangan akhir (TPA) sampah Punggolaka Kota Kendari	Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah Punggolaka Kota Kendari tepatnya di jalan Gunung Merpati	Deskriptif	Variabel bebas: Gambaran Kondisi Fisik Sumur Gali di Sekitar Bekas Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah  Variabel terkait: bakteri <i>Escherichia coli</i>	Kajian menemukan seluruh sumur gali diperiksa (5 sumur) terdeteksi positif mengandung bakteri <i>Escherichia coli</i> (100%). Dari jumlah tersebut, 3 sumur (60%) memiliki kondisi fisik yang tidak memenuhi syarat. Sementara itu, pengetahuan masyarakat tentang sanitasi dasar tergolong baik (88%), tetapi sikap mereka kurang baik (59%) dan tindakan mereka juga masih kurang memadai (56%). Dengan itu, disimpulkan semua sumur gali tercemar <i>E. coli</i> , sebagian besar kondisi fisik sumur tidak layak, dan meskipun pengetahuan masyarakat cukup baik, sikap dan tindakan mereka terkait sanitasi masih perlu ditingkatkan.
3.	Martino dkk, (2024)	Uji baku kualitas bakteri <i>Escherichia coli</i> air sumur gali terhadap jarak selokan di Kota Malang	Kota Malang	Eksperimental	Variabel bebas: air sumur gali terhadap jarak selokan  Variabel terkait: bakteri <i>Escherichia coli</i>	Hasil penelitian ini menunjukkan perbandingan jarak sumur gali dengan selokan menunjukkan hasil tidak signifikan kecuali pada perbandingan TPC LF (-) pada sampel < dengan kontrol dan > dengan kontrol.
4.	Sari dkk, (2020)	Pengaruh jarak kandang ternak terhadap total coliform pada air sumur gali di Desa Klambir	Desa Klambir, Kecamatan Hamperan Perak	Eksperimen <i>cross sectional</i>	Variabel bebas: jarak kandang ternak  Variabel terkait: bakteri <i>coliform</i>	Kajian menunjukkan bahwa seluruh 35 sampel sumur gali yang diperiksa mengandung bakteri Coliform. Rinciannya, sebanyak 22 sumur (62,9%) memiliki total Coliform lebih dari 50 per 100 ml air, sementara 13 sumur (37,1%) memiliki total Coliform kurang dari atau sama dengan 50 per 100 ml. Hasil uji regresi logistik berganda menunjukkan bahwa jarak kandang ternak berpengaruh terhadap jumlah Coliform dalam air sumur gali.

5.	Andrianti (2025)	Gambaran Sanitasi Sumur Gali dan Kualitas Bakteriologis Air Sumur Gali di Desa Sidomukti Wilayah Kerja Puskesmas Sumberagung	Wilayah Kerja Puskesmas Sumberagung, Desa Sidomukti, Kecamatan Plaosan, Kabupaten Magetan	Deskriptif	<p>Variabel bebas:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Konstruksi fisik sumur gali termasuk dinding sumur, bibir sumur, lantai sumur dan penutup sumur</li> <li>Lokasi sumur dari sumber pencemar</li> <li>Kondisi sanitasi dengan bakteri <i>Escherichia coli</i></li> </ol> <p>Variabel terkait: Kualitas bakteriologis <i>Escherichia coli</i></p>	<p>Hasil temuan semua sumur gali pada Desa Sidomukti tidak memenuhi standar konstruksi dan sanitasi yang seharusnya. Dari hasil uji laboratorium, ditemukan bahwa 5 sumur tidak memenuhi standar bakteriologis untuk <i>Escherichia coli</i>, sedangkan 4 sumur lainnya dianggap memenuhi. Kesimpulan dari studi ini adalah 5 sumur gali (56%) tidak memenuhi kriteria untuk <i>Escherichia coli</i> dan 4 sumur (44%) memenuhi kriteria tersebut. Secara keseluruhan, 55% sumur tidak memenuhi syarat untuk konstruksi dan sanitasi.</p>
----	------------------	--	---	------------	--	---

## **2.2. Kajian Teori**

### **2.2.1. Pengertian Air Bersih**

Air ialah kebutuhan utama untuk kehidupan manusia. Penggunaan air bersih yang bebas dari kontaminan sangat diperlukan untuk menjaga kesehatan dengan baik. Air bersih dibutuhkan oleh manusia untuk berbagai keperluan, seperti konsumsi, mandi, mencuci, serta kegiatan sanitasi lainnya. Selain itu, air juga penting untuk keperluan bersuci, termasuk wudhu dan mandi besar (Mujiyanto dkk, 2022).

Air dipakai untuk kebutuhan sehari-hari, seperti minum, memasak, dan menjaga kebersihan diri. Air minum ialah air yang sudah diproses atau tidak, tetapi memenuhi standar kesehatan sehingga bisa langsung diminum. Air yang aman untuk diminum wajib memenuhi kriteria fisik, bakteriologis, kimia, dan radioaktif (Alhamda dkk, 2021). Fungsi air dalam rumah tangga meliputi berbagai aspek, antara lain untuk minum, memasak, dan menjaga kebersihan tubuh. Air minum bisa berupa air sudah melalui olahan bisa tidak, namun harus penuh kriteria kesehatan agar bisa dipakai. Air minum yang aman adalah air yang memenuhi standar kualitas segi fisik, bakteriologis, kimia, juga radioaktif (Alhamda dkk, 2021).

### **2.2.2. Sumber Air Bersih**

Air ialah unsur bagi seluruh hidup pada bumi, baik itu untuk manusia, tumbuhan, maupun hewan. Oleh karena itu, pengelolaan air yang baik sangatlah penting agar memberikan keuntungan bagi masyarakat. Untuk menjaga kelangsungan hidup, terutama bagi manusia, sumber air sangat krusial. Dalam sistem distribusi air, diperlukan koordinasi antara semua pihak dan pembuat kebijakan di sektor air untuk memastikan ketersediaan air yang cukup. Air memiliki banyak kegunaan, seperti untuk minum, keperluan mandi, mencuci, toilet, mengairi lahan pertanian, dan mendukung pertumbuhan ekonomi. Risikonya, untuk menjamin keberlanjutan dan manfaat jangka panjang dari sumber daya air, diperlukan

pengelolaan. Sumber air terdapat di muka bumi bisa berasal beragam tempat yang menutupi area tersebut. Secara umum, air dibagi menjadi empat jenis sumber, yaitu:

**a. Air Hujan (air angkasa)**

Sumber air yang meresap ke dalam tanah berasal dari hujan, danau, serta sungai juga mendapatkan pasokan terbesar dari hujan, melalui aliran permukaan dan air tanah. Saat dihasilkan dari hujan (presipitasi), air ini bersifat bersih, namun bisa tercemar saat berada di atmosfer. Pencemaran di atmosfer dapat disebabkan oleh partikel debu, gas (seperti karbon dioksida, nitrogen, dan amonia), serta mikroorganisme. Oleh karena itu, kualitas hujan tergantung pada keadaan udara yang dilalui; jika atmosfer mengandung kadar SO<sub>2</sub> yang tinggi, maka air hujan akan menjadi asam, yang dapat berdampak buruk bagi tumbuhan dan hewan di bumi (Darwis, 2019).

**b. Air Permukaan**

Istilah air permukaan merujuk pada semua air yang berada di atas tanah, termasuk air dari danau, sungai, rawa, dan sumur. Hujan adalah sumber utama air permukaan. Air hujan meresap ke gunung dan hutan, membentuk sumber mata air, kemudian mengalir di permukaan membentuk sungai atau berkumpul di area rendah menjadi danau atau rawa (Sumantri, 2017).

**c. Air Tanah**

Air tanah ialah air yang ada di bawah permukaan tanah juga jumlahnya sekitar 0,6% dari seluruh air pada bumi. Dibandingkan dengan air sungai juga danau, air tanah jauh lebih banyak (Wicaksono, 2019). Air tanah dikelompokkan berdasarkan lokasi keberadaannya menjadi:

1) Air freatik

Air tanah dangkal terletak antara 9 dan 15 meter di bawah tanah dan biasanya bersih. Namun, di beberapa area, air freatik ini dapat terkontaminasi risiko tingginya kadar besi dan magnesium.

2) Air tanah artesis

Air tanah yang ada lebih dalam, sekitar 80 hingga 300 meter pada bawah lapisan tanah yang kedp air, biasanya memiliki kualitas jauh baik dibanding air tanah yang dangkl.

3) Air tanah meteorit (Vados)

Air tanah asalna dari hujan atau presipitasi, sebelum air pada udara berubah menjadi uap dan terkontaminasi oleh debu luar angkasa. Meteor kecil yang berinteraksi dengan atmosfer biasanya hancur sebelum sampai ke permukaan bumi.

**d. Mata Air**

Mata air ialah tempat di mana air tanah secara alami muncul ke permukaan. Air dari lapisan akuifer muncul di sini dan mengalir ke sungai. Mata air sering menjadi sumber utama aliran sungai. Kualitas air di mata air hampir sama dengan air minum, sehingga air tersebut juga bisa digunakan untuk kegiatan lain seperti mandi dan mencuci.

**2.3. Standar Kualitas Air Bersih**

Air yang dipakai untuk kebersihan dan sanitasi wajib memenuhi standar tertentu dari segi fisik, biologis, dan kimia. Kriteria ini bisa bersifat wajib atau tambahan, sesuai Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 Tahun 2023 yang menjalankan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 tentang Kesehatan Lingkungan. Air untuk kebutuhan sanitasi rumah juga konsumsi juga termasuk dalam kategori ini.

Persyaratan Kesehatan Air untuk Higiene dan Sanitasi mencakup:

a. Air harus dalam kondisi terlindung.

Air dianggap aman jika:

- 1) Bebas dari kontaminasi fisik, bakteriologis, atau kimia-yang mencakup bahan berbahaya dan limbah.

- 2) Sumber dan jalur transportasi air harus terlindungi, dengan akses yang layak menuju titik rumah tangga, dan jika air berasal dari sistem perpipaan, harus terhubung pipa limbah di bawah tanah. Jika sumber non-perpipaan, harus dijaga agar tidak terkontaminasi limbah domestik atau industri.
  - 3) Sumber air minum harus ditempatkan di dalam atau di halaman rumah
- b. Jika pakai wadah untuk menyimpan air wadah tersebut harus dibersihkan secara rutin, juga air bisa diolah gunakan bahan kimia yang tepat juga dalam dosis yang benar, serta wadah harus dibersihkan setidaknya sekali dalam seminggu.

#### **2.4. Manfaat Air Bagi Kehidupan**

Air sangat penting dalam kehidupan, bahkan setelah udara. Tubuh manusia sekitar 75% terdiri dari air, dan hampir semua aktivitas sehari-hari membutuhkan air, seperti mencuci, memasak, mandi, dan minum. Hewan dan tumbuhan juga butuh air untuk hidup. Untuk kebutuhan ini, manusia paling sering mengambil air dari sumber air tanah. Menurut PERMENKES No. 2 Tahun 2023 tentang standar baku kualitas kesehatan lingkungan untuk air minum dan air sanitasi, air harus bebas dari bakteri *Escherichia coli*, dengan batas maksimum 0 CFU/100 mL yang diuji menggunakan metode SNI/APHA.

#### **2.5. Sumur Gali**

##### **2.5.1. Pengertian Sumur Gali**

Beberapa kawasan di Indonesia masih mengandalkan air tanah sebagai risiko pencemaran dan gangguan pada kemurnian air (Sudiartawan, 2020)

Sumur gali ialah jenis sumur yang paling umum dipakai oleh masyarakat juga rumah tangga sebagai sumber air bersih. Kira 45% penduduk Indo mendapatkan air bersih dari sumur, dan dari jumlah itu, sekitar 75% memakai sumur gali (Puteri, 2021).

Air dari sumur gali menjadi alternatif bagi masyarakat untuk menghadapi menurunnya pasokan air minum dari PDAM. Namun, sumur gali mudah terpapar pencemaran risiko desain dan kedalamannya yang kurang 15 meter, yang memungkinkan zat pencemar masuk ke dalam sumur (Sudiartawan, 2020).

Aspek fisik sumur meliputi dinding, lantai, bibir, penutup, dan saluran pembuangan. Kalau kondisi fisik sumur tidak sesuai standar kesehatan, sumur bisa jadi sumber pencemaran. Bakteri bisa masuk lewat dinding, bibir, atau bagian sumur yang bocor. Kualitas air sumur gali juga dipengaruhi oleh kondisi fisik sumur dan sanitasi yang buruk. seperti saluran pembuangan, tempat sampah, pembuangan kotoran hewan, dan septic tank, yang dapat menyebabkan kontaminasi air di dalam sumur (Yunita dkk, 2022).

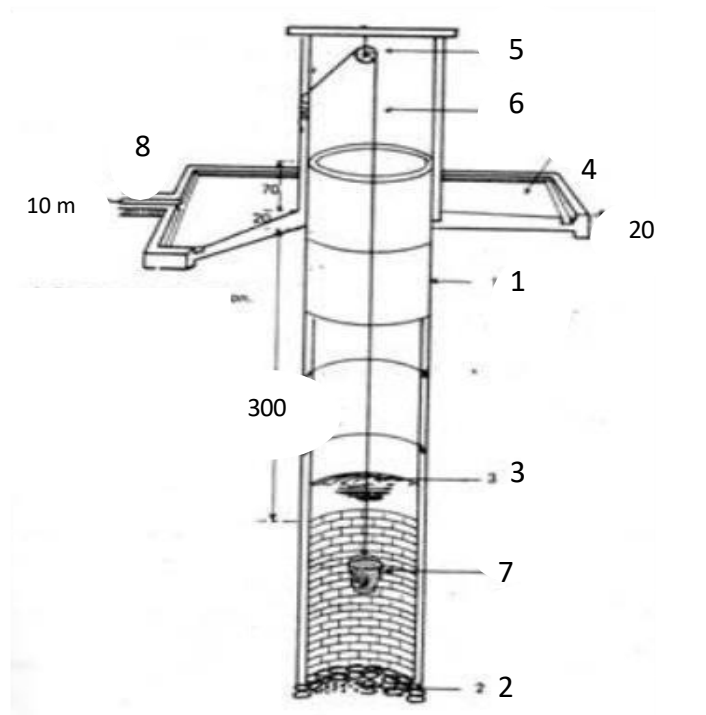
## 2.5.2. Jenis Sumur Gali

### 1) Menurut Jenisnya

#### (a) Sumur Gali Terbuka

#### Keterangan:

1. Dinding sumur
2. Batu koral
3. Permukaan air
4. Alas /lantai sumur
5. Kerekan
6. Tali
7. Timba
8. Saluran pembuangan



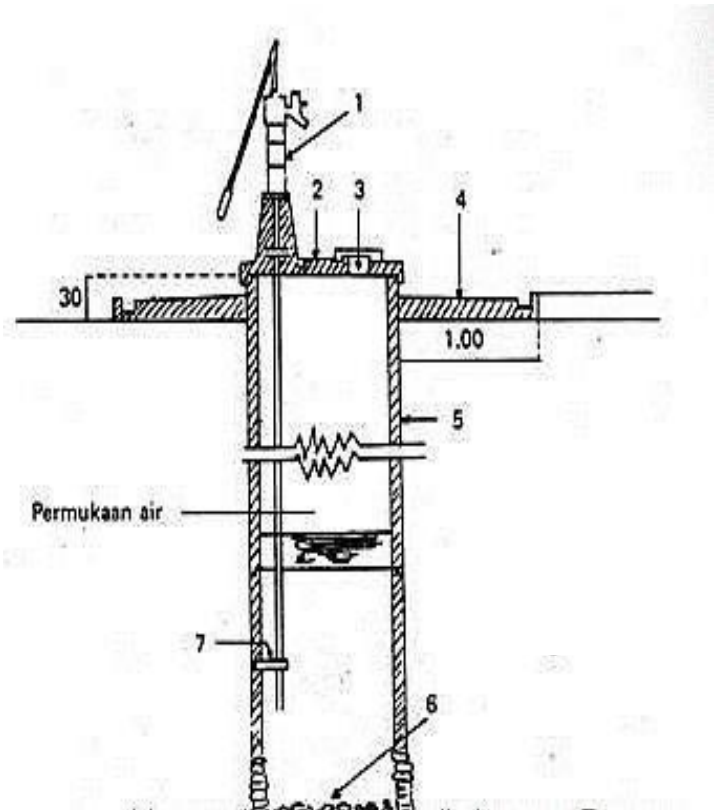
Gambar 2.1 Sumur Gali Terbuka (Entjang, 2000)

Sumur gali ini dibangun dengan bentuk terbuka dan memiliki dinding beton untuk bibir, lantai, dan dinding. Teknik pengambilan airnya menggunakan timba. Sumber kontaminasi dapat dipengaruhi oleh kondisi konstruksi fisik sumur dan metode pengambilan air sumur. Sumur yang dibangun tanpa memperhatikan persyaratan cara pembuatan dan pengambilan air yang tidak terjaga kebersihannya melalui timba

(b) Sumur Gali Tertutup

**Keterangan:**

1. Pompa tangan
2. Tutup sumur
3. Lubang pemeriksaan
4. Lantai sumur
5. Dinding sumur
6. Koral
7. Jangkar



Gambar 2.2 Sumur Gali Tertutup (Entjang, 2000)

Sumur gali yang memiliki penutup dirancang secara tertutup dan air diambil menggunakan pompa, baik manual maupun elektrik. Proses pembuatannya tidak jauh berbeda dari sumur terbuka, namun air diambil dengan pompa. Dalam sistem ini, sumur tetap tertutup, sehingga risiko pencemaran berkurang.

## 2) Menurut Kedalaman

### (a) Sumur Gali Dangkal

Sumber air dari jenis sumur ini bersumber dari penyerapan air ujan di permukaan, terutama di lokasi datar rendah. Air kotor yang dihasilkan dari mandi dan kegiatan lainnya mudah terkontaminasi, menjadikan standar sanitasi sangat penting.

Di Indonesia, sumur dangkal merupakan metode pengambilan air yang populer. Sumur perlu dibangun di lokasi di mana aliran air tanah terjaga dari pencemaran. Jika ada sumber pencemaran dalam radius dekat, maka sumur harus diletakkan di hulu aliran, dengan jarak minimal 10-15 meter dari sumber pencemaran. Diperkirakan bahwa bakteri masih ditemukan sampai kedalaman 3 meter. Jika lebih dalam dari itu, tanah dianggap aman dari bakteri. Oleh karena itu, dinding dalam sumur harus dibangun setinggi 3 hingga 5 meter (Kementerian Pekerjaan Umum, 2017).

(b) Sumur Gali Dalam

Menurut Kementerian PUPR pada 2020, sumur gali berfungsi untuk menyerap juga menampung air tanah serta akuifer. Sumur ini digunakan sebagai sumber air mentah untuk kebutuhan air bersih atau minum.

Ketinggian air di dalam sumur biasanya lebih tinggi dibanding air tanah di sekitarnya. Air tanah ini berada di antara dua lapisan tanah yang kedap air, sehingga permukaan air berada di tingkat tertentu. Air hujan yang meresap melalui tanah secara alami membuat air tanah ini bersih dan bebas dari pencemaran.

## **2. Lokasi Penempatan Sumur Gali**

Beberapa yang perlu diingat saat menentukan tempat sumurgali (Kementerian Pekerjaan Umum, 2017) adalah:

Lokasi sumur harus mudah diakses dan tidak jauh dari rumah-rumah di sekitarnya.

- a. Penetapan lokasi sumur untuk penggunaan umum harus dibicarakan terlebih dahulu.
- b. Jarak antara sumur dan sumber polusi seperti septic tank, tempat sampah, kandang hewan, serta saluran limbah harus minimal 10 meter.
- c. Sumur air bersih harus memiliki jarak minimal 1,5 m dari bangunan atau rumah.
- d. Sumur harus terhindar dari genangan banjir.

### **3. Ketentuan Persyaratan Teknis Konstruksi Sumur Gali**

Untuk mencegah pencemaran, sumur tidak boleh berada dekat dengan jamban, lubang pembuangan limbah (seperti cesspool atau septic tank), dan sumber pencemaran lainnya. Kondisi konstruksi sumur gali bisa menyebabkan risiko pencemaran, terutama jika sumur dibangun dengan cara terbuka dan menggunakan timba untuk pengambilan air. Sumur gali memiliki beberapa persyaratan dalam konstruksi. Beberapa syarat konstruksi bangunan sumur antara lain :

- a. Sumur gali tanpa pompa bisa dibuat kedalaman minimal 3 meter, tergantung posisi air tanah. Bakteri biasanya tidak bertahan di tanah lebih dari 3 meter di bawah permukaan. Dinding sumur sampai kedalaman 3 meter sebaiknya terbuat dari beton atau semen agar tahan air. Bibir sumur juga harus dibuat cukup tinggi untuk keselamatan, dan lantai sumur perlu diplester sampai 1 meter dari dinding.
- b. Sumur gali dengan pompa dibangun hampir sama seperti sumur tanpa pompa, tapi menggunakan pompa untuk mengambil air dan dilengkapi penutup.
- c. Bibir sumur harus dibuat setinggi 80 cm dari permukaan dan kedap air supaya air dari luar tidak masuk. Bibir sumur juga perlu ditutup agar air hujan dan kotoran tidak masuk. Sumur gali yang menggunakan timba biasanya dilengkapi kerekan dan dua tiang, yang bisa terbuat dari bata, beton, atau besi. Cincin sumur harus dipasang sampai kedalaman 3 meter dari lantai sumur. Kalau terjadi tanah longsor saat menggali, cincin sumur dipasang secara bertahap saat turun ke dalam sumur (Kementerian Pekerjaan Umum, 2017).
- d. Lantai sumur harus dibuat dari semen atau bahan tahan air, dengan lebar sekitar 1,5 meter dari tepi bibir sumur, supaya air dari permukaan tidak masuk. Lantai sumur harus tidak retak atau bocor, mudah dibersihkan, dan tidak boleh tergenang. Lantai sebaiknya miring 1-5% menuju saluran pembuangan limbah agar air sisa bisa mengalir dengan lancar, idealnya kemiringannya 2% ke fasilitas pengolahan limbah atau badan penerima.

- e. Tinggi dinding harus setidaknya 300 cm dari lantai sumur, dengan bagian bawah dibuat dari pipa beton yang tidak dapat ditembus air dan sisanya menggunakan pipa beton berlubang (Alhamda, 2021). Pada kedalaman 300 cm dari permukaan tanah, dinding sumur harus dibuat dari beton tahan air supaya air permukaan tidak mencemari air di dalam sumur. Kedalaman 300 cm ini ditetapkan karena pada kedalaman tersebut, bakteri biasanya tidak dapat bertahan hidup.
- f. Saluran Pembuangan Air Limbah (SPAL) wajib dibangun dengan dinding kedp air juga panjang min. 10 m. Di sekitar lantai SPAL, dibuat kemiringan 2% menuju fasilitas pengolahan air buangan dan penerima air, agar tidak terjadi genangan (Kementerian Pekerjaan Umum, 2017).

#### **4. Faktor- Faktor Yang Mempengaruhi Pencemaran Sumur Gali**

Jarak  $\leq 10$  meter antara sumur juga tangki septik serta konstruksi sumur yang buruk menjadi penyebab utama air sumur tercemar (Musfirah, 2023). Air sumur gali mudah tercemar bakteri dari limbah juga kotoran manusia karena airnya diambil lapisan tanah yang dangkal. Oleh sebab itu, limbah atau sampah yang dibiarkan di permukaan tanah bisa meresap dan mencemari air tanah (Syafarida, 2022).

Berkaitan dengan kontaminasi pada sumur gali, faktor risiko utama sumber pencemaran seperti kotoran hewan, sumur terbuka, dan tempat pembuangan yang tidak layak sangatlah berisiko (Viban dkk, 2021).

Faktor-faktor yang memengaruhi pencemaran sumur gali yang dapat menyebabkan risiko kontaminasi terbagi menjadi empat kategori, meliputi variabel sanitasi sumur gali juga variabel lainnya yang berpengaruh.

##### **a. Jarak jamban**

Jamban adalah fasilitas untuk menampung dan membuang kotoran manusia di lokasi tertentu. Jamban seharusnya tidak menimbulkan penyakit atau mencemari lingkungan sekitar (Syahrir, 2019). Jarak antara jamban

dan sumur gali sangat mempengaruhi jumlah bakteri. Semakin jauh jarak jamban dari sumur gali, jumlah bakteri di air sumur semakin sedikit. Sebaliknya, kalau jamban dekat, bakteri lebih banyak. Hal ini terjadi karena tanah yang terdiri dari batu dan pasir bisa menyaring bakteri. Jarak aman antara jamban dan sumur gali harus setidaknya 11 meter, sehingga air sumur gali tidak terkontaminasi bakteri pada jarak lebih dari 10 meter.

Untuk sumur gali yang berada dekat dengan sumber pencemaran, terdapat beberapa ketentuan:

- (1) Kalau sumber pencemar lebih tinggi dari sumur, jarak minimalnya 11 m.
- (2) Kalau sumber pencemar sejajar atau lebih rendah dari sumur, jarak minimal 10 m.
- (3) Sumber pencemar bisa berupa jamban, air kotor, tempat sampah, dan saluran resapan.

#### **b. Sumber Pencemar**

Karakter limbah tergantung dari sumbernya. Limbah mudah tercemar bakteri dari limbah rumah tangga atau kotoran manusia. Risiko pencemaran tinggi karena air sumur gali berada di lapisan tanah yang dangkal, sehingga sampah dan limbah di permukaan bisa meresap ke dalam tanah dan mencemari air sumur. Selain itu, tanah dangkal tidak efektif dalam menyaring polutan dengan baik sehingga menambah kemungkinan pencemaran (Baktiar dkk, 2022).

#### **c. Lokasi Sumur Gali**

Menurut SNI 03-2916-2012 tentang spesifikasi sumur gali untuk air bersih, sumur harus berjarak minimal 10 meter dari sumber pencemar seperti septic tank, jamban, peternakan, atau tempat sampah. Dasar sumur harus tahan air, dindingnya terbuat dari bahan kedap air, dan bibir sumur minimal 50 cm di atas tanah. Saluran pembuangan juga harus kedap air dan sumur dilengkapi penutup. Dari sisi bakteriologis, air bisa tercemar jika ada bakteri di dalamnya (Dangiran dkk, 2020).

#### **d. Kedalaman Sumur Gali**

Air tanah dangkal atau sumur gali biasanya berada di atas lapisan tanah kedap air pertama, sekitar lebih dari 15 meter dari permukaan, dan disebut air tanah bebas karena tidak tertekan. Namun, air ini mudah tercemar oleh rembesan dari tempat sampah, septic tank, kotoran hewan atau manusia, atau aliran geologi ke sumur, sehingga kualitasnya tidak selalu baik (Wulan, 2016).

### **2.6. Pencemaran Air**

Pencemaran air terjadi ketika hidupan, energi, bahan juga bagian lain masuk di air risiko aktivitas manusia. Proses ini bisa menurunkan kualitas air hingga suatu tingkat, sehingga dampaknya membuat air tidak bisa digunakan dengan baik.

Pencemaran bisa berasal dari sumber yang tersebar atau yang terkonsentrasi. Misalnya, sumber yang tersebar mencakup limbah pertanian yang mengandung pupuk dan pestisida, serta limbah yang berasal dari kota. Ketika air terkena pencemaran, berbagai kegiatan manusia yang membutuhkan air akan terpengaruh. Dari berbagai sumber air, Menjaga kualitas air tanah sangat penting karena banyak orang mengandalkan sumur gali juga sumur bor sebagai sumber air untuk kebutuhan sehari-hari (Gufran dkk, 2019). Sumber pencemaran dapat dikelompokkan sebagai berikut:

- a. Pengamatan fisik dilakukan untuk menilai pencemaran air dari kejernihan, suhu, warna, serta perubahan bau dan rasa.
- b. Pengamatan kimia bertujuan mengecek pencemaran air dengan melihat zat kimia terlarut dan perubahan pH.
- c. Pengamatan biologis digunakan untuk mendeteksi keberadaan mikroorganisme, terutama bakteri berbahaya dalam ai

## 2.7. Mekanisme Penularan Penyakit Melalui Air

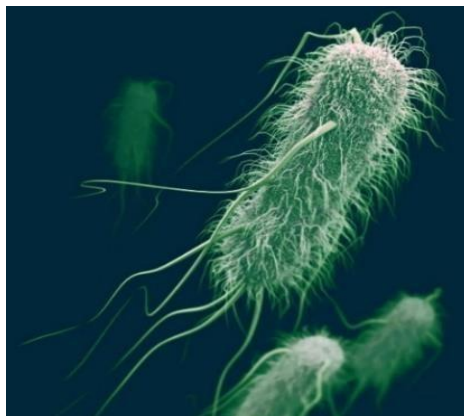
Penyakit yang menyerang manusia bisa menular lewat air, baik secara langsung maupun tidak langsung. Berdasarkan cara penularannya, penyakit yang berhubungan dengan air dibagi menjadi beberapa kelompok (Khairunnida dkk, 2020). Ada empat jenis sistem penularan penyakit melalui air, yaitu:

- a. Waterborne disease adalah penyakit yang menyebar langsung melalui air minum. Penyakit ini muncul jika air yang terkontaminasi kuman atau patogen diminum. Contohnya adalah kolera, tifus, hepatitis, disentri, dan gastroenteritis.
- b. Water-washed disease penyakit yang terkait dengan air mencakup penyakit yang muncul risiko kurangnya air untuk kebersihan pribadi. Bila air cukup tersedia, penyebaran beberapa penyakit dapat ditekan, dan penyakit ini biasa dijumpai di daerah tropis. Penyakit ini sering kali berhubungan dengan kebersihan lingkungan dan pribadi. Terdapat tiga cara penularan yang dapat terjadi melalui beberapa mekanisme, yaitu
  - (1) Infeksi melalui saluran pencernaan, seperti diare pada anak-anak
  - (2) Infeksi melalui kulit dan mata, seperti skabies dan trachoma
  - (3) Infeksi oleh hewan pengerat, seperti leptospirosis
- c. Disease atau mekanisme berbasis air adalah penyakit yang disebabkan oleh agen yang menjalani sebagian siklus hidupnya dalam vektor dan sebagian lainnya dalam air. Contoh dari mekanisme ini termasuk schistosomiasis dan penyakit terkait *Dracunculus medinensis*.
- d. Water-related insect vector mechanism/disease merupakan penyakit yang ditularkan oleh vektor yang hidup di lingkungan air, seperti malaria, demam berdarah, filariasis, dan penyakit kuning. Penyakit dengue, yang ditularkan oleh nyamuk *Aedes aegypti*, banyak ditemukan di tempat-tempat yang terdapat genangan air atau tempat penampungan air bersih, misalnya di dalam gentong dan pot (Khairunnida dkk, 2020)

## 2.8. Bakteriologi Escherichia coli

*Escherichia coli* ialah bakteri coliform yang ada dalam usus manusia. Keberadaannya dalam air sering disebabkan oleh pencemaran dari kotoran manusia juga hewan yang menyebabkan diare. Air yang memiliki *Escherichia coli* menunjukkan bahwa air itu tidak aman untuk diminum.

Sumur bisa tercemar oleh limbah manusia yang mengandung *Escherichia coli* dalam jarak kurang dari sepuluh meter, yang dapat menyebabkan diare. Oleh karena itu, sangat penting untuk menggali sumur lebih dari sepuluh meter dari lokasi pencemaran untuk menghindari kontaminasi. Jika jarak sumur tidak sesuai dengan standar kesehatan, hal ini memungkinkan bakteri patogen untuk tumbuh, yang dapat menimbulkan penyakit risiko air. Saat merancang fasilitas untuk menyediakan air bersih, berbagai hal harus diperhatikan agar aman dan tidak berdampak negatif bagi kesehatan makhluk hidup, serta terpenuhi standar higiene fisik, kimia, bakteri, dan radioaktif (Haderiah dkk, 2019).



Gambar 2.3 Bakteri *Escherichia coli*

Berdasarkan taksonominya, bakteri *Escherichia coli* dikategorikan ke dalam salah satu dari kategori berikut:

Kingdom	: <i>Bacteria</i>
Filum	: <i>Proteobacteria</i>
Kelas	: <i>Gamma Proteobacteria</i>

Ordo	: <i>Enterobacteriales</i>
Family	: <i>Enterobacteriaceae</i>
Genus	: <i>Escherichia</i>
Species	: <i>Escherichia coli</i>

*Escherichia coli* adalah bakteri gram negatif yang terdapat di dalam saluran pencernaan orang sehat dan umumnya tidak berbahaya, meskipun beberapa jenisnya dapat menyebabkan penyakit. Jenis-jenis *Escherichia coli* yang berhubungan dengan penyakit risiko makanan (foodborne illness) dapat diklasifikasikan sebagai berikut (Generasi dkk, 2018):

a. *Escherichia coli enteropatogenik* (EPEC)

Tipe ini adalah penyebab utama diare pada anak-anak. EPEC memiliki fibria, toksin tahan panas (ST), toksin tidak tahan panas (LT), dan menggunakan adhesin yang disebut intimin untuk menempel pada sel mukosa usus. Infeksi EPEC biasanya menyebabkan diare berair yang bisa sembuh sendiri, meskipun dalam beberapa kasus bisa menjadi kronis. Penggunaan antibiotik dapat membantu mempercepat penyembuhan diare risiko EPEC.

b. *Escherichia coli enterotoksigenik* (ETEC)

ETEC adalah jenis bakteri yang menyebabkan diare, terutama pada anak-anak dan wisatawan yang pergi ke tempat dengan sanitasi yang buruk. Oleh karena itu, diare yang disebabkan oleh bakteri ini sering disebut sebagai diare perjalanan. Fimbrial adhesin adalah faktor kolonis ETEC yang khusus untuk manusia. Faktor ini memungkinkan ETEC menempel pada lapisan usus halus dan umumnya menyebabkan diare tanpa demam. Agar terhindar dari diare perjalanan, penting untuk selektif dalam memilih makanan yang mungkin terinfeksi ETEC.

c. *Escherichia coli enteroinvasif* (EIEC)

Cara kerja EIEC dalam menyebabkan penyakit mirip dengan infeksi yang disebabkan oleh *Shigella*. EIEC akan masuk dan berkembang di sel-sel epitel kolon, mengrisikokan kerusakan pada sel kolon tersebut. Tanda-

tanda klinis yang muncul risiko infeksi EIEC hampir sama dengan yang ditimbulkan oleh Shigella. Diare yang muncul biasanya disertai dengan demam.

d. *Escherichia coli enterohemoragik* (EHEC)

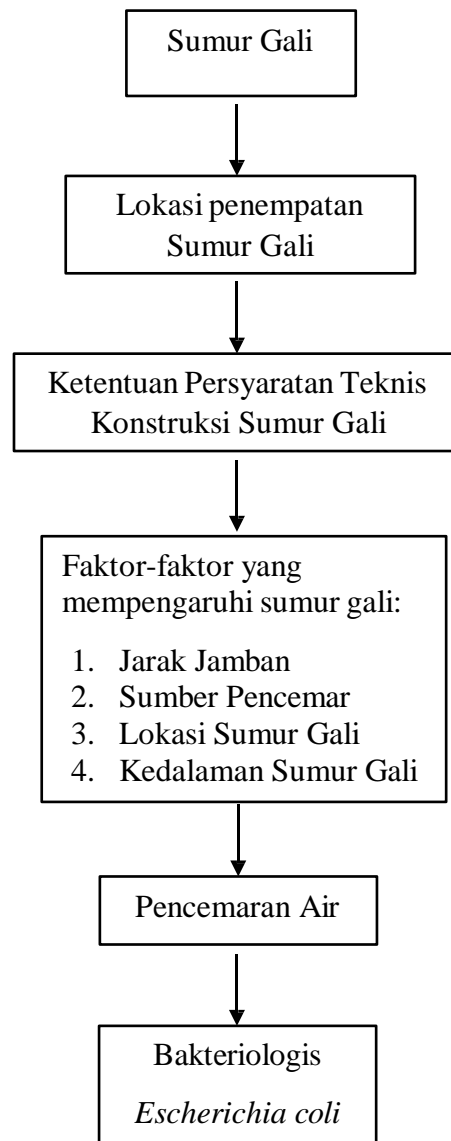
Spesies bakteri ini memproduksi toksin yang dikenal sebagai verotoksin. Nama verotoksin diambil dari pengaruh sitotoksik yang ditimbulkan pada sel vero, yaitu sel ginjal berasal dari monyet hijau Afrika. EHEC dapat menyebabkan colitis berdarah, yang merupakan diare parah disertai pendarahan, serta sindrom uremik hemolitik, yang ditandai oleh gagal ginjal dan anemia hemolitik mikroangiopatik dengan trombositopenia. Banyak kasus colitis berdarah dan komplikasinya dapat dicegah dengan memastikan daging dimasak hingga matang sebelum dimakan.

e. *Escherichia coli enteroagregatif* (EAEC)

Bakteri ini menjadi penyebab diare akut dan kronis dan merupakan faktor utama penyebab diare di kalangan penduduk negara berkembang. EAEC melekat pada sel manusia dengan pola yang spesifik dan menghasilkan diare yang tidak berdarah, tanpa invasi, serta tanpa peradangan pada lapisan usus. Diperkirakan EAEC memproduksi EAST (enterotoksin agregatif ST), yang merupakan enterotoksin yang tidak tahan panas. Selain itu, EAEC juga bisa menghasilkan hemolisin yang diyakini serupa dengan hemolisin dari *Escherichia coli* yang dapat menyebabkan infeksi saluran kemih (Generasi dkk, 2018)

## 2.9 Kerangka Teori

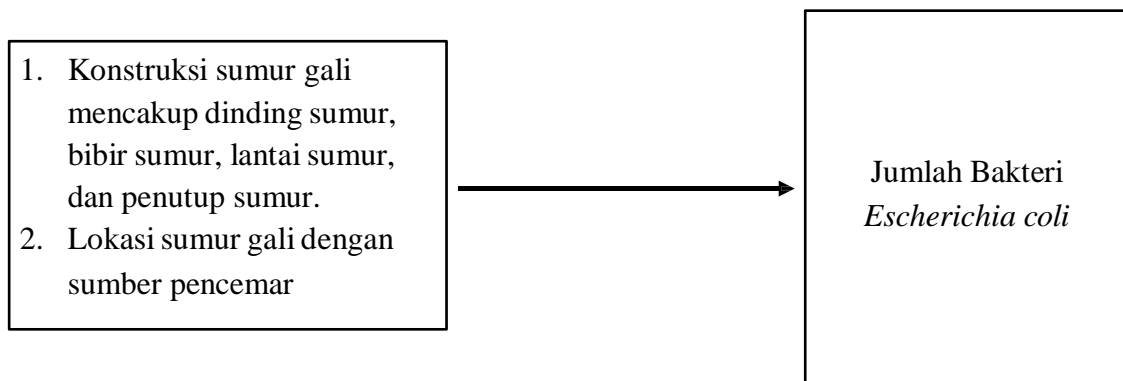
Kerangka teori karya ilmiah berjudul Gambaran Sanitasi Sumur Gali Dan Kualitas Bakteriologis Air Sumur Gali di Desa Sidomukti Wilayah Kerja Puskesmas Sumberagung, yaitu:



Gambar 2.4 Kerangka Teori Penelitian

## 2.10 Kerangka Konsep

Kerangka konsep karya tulis ilmiah judul Gambaran Sanitasi Sumur Gali Dan Kualitas Bakteriologis Air Sumur Gali di Desa Sidomukti Wilayah Kerja Puskesmas Sumberagung, sebagai berikut:



Gambar 2.5 Kerangka Konsep