

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Penelitian Terdahulu

1. Dema Lucy Widyantira, 2019, “Hubungan Kondisi Fisik Sumur Gali Dan Jarak Kandang Dengan Kandungan Bakteri Coliform Air Sumur Gali Di Desa Buluharjo”. Tujuan penelitian adalah mengetahui hubungan kondisi fisik sumur dan jarak kandang dengan kandungan bakteri coliform air sumur gali di desa buluharjo kecamatan plaosan. Dalam studi ini menggunakan metode pendekatan kuantitatif dengan menerapkan desain survei analitik dan mengadopsi rancangan penelitian tipe cross sectional. Hasil studi ada hubungan kondisi dinding, bibir sumur, dan lantai sumur dengan bakteri coliform dan ada hubungan jarak sumur dengan kandang (Widyantira.D.L, 2019).
2. Fahru Rozi, 2020, “Gambaran Kualitas Fisik Dan Mikrobiologi Air Sumur Di Dusun Benteng Desa Tanah Toa Kecamatan Kajang Kabupaten Bulukumba”. Tujuan penelitian untuk menggambarkan kualitas fisik air sumur, meliputi aspek warna, bau, dan rasa, serta menganalisis kualitas biologi air sumur dengan fokus pada total coliform. Metode yang diterapkan dalam penelitian ini adalah penelitian kuantitatif dengan pendekatan deskriptif. Hasil penelitian pemeriksaan parameter fisik bau dan rasa air tersebut memenuhi kriteria yang ditetapkan, sementara warna air tidak memenuhi standar yang berlaku. Menurut hasil pemeriksaan parameter mikrobiologi dari uji laboratorium, ditemukan jumlah total coliform melebihi 2400 MPN, yang melampaui batas baku mutu untuk air bersih (Fahru, 2020)
3. Elvia Sandi, 2021, “Uji Cemar Coliform Dan Escheria Coli Pada Air Sumur Desa Macah Kecamatan Suka Makmur Kabupaten Nagan Raya”. Studi ini bertujuan untuk mengidentifikasi tingkat kontaminasi bakteri coliform dan E. coli pada sumur gali yang dimanfaatkan sebagai sumber air minum oleh warga Desa Macah, Kecamatan Suka Makmur,

Kabupaten Nagan Raya. Metode yang diterapkan dalam studi ini adalah Metode Most Probable Number (MPN), yang mencakup dari uji pendugaan, uji penegasan dan uji konfirmasi yang dilakukan menggunakan seri tabung 3:3:3. Hasil penelitian ada lima sampel yang tingkat cemaran coliform dan E.Coli tinggi yaitu >2400/100ml dan ada dua sampel tingkat cemaran coliform dan E.Coli terendah yaitu 240/100ml (Sandi, 2021)

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

No	Nama peneliti	Judul penelitian	Tahun	Metode penelitian	Hasil penelitian
1	2	3	4	5	6
1	Dema Lucy Widyantira (Widyantira.D.L, 2019)	“Hubungan Kondisi Fisik Sumur Gali Dan Jarak Kandang Dengan Kandungan Bakteri Coliform Air Sumur Gali Di Desa Buluharjo”	2019	Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan menerapkan metode berupa survei analitik dengan penerapan rancangan penelitian cross-sectional	Ada hubungan kondisi dinding, bibir sumur, dan lantai sumur dengan bakteri coliform dan ada hubungan jarak sumur dengan kandang
2	Fahru Rozi (Fahru, 2020)	“Gambaran Kualitas Fisik Dan Mikrobiologi Air Sumur Di Dusun Benteng Desa Tanah Toa Kecamatan Kajang Kabupaten Bulukumba”	2020	Penelitian dengan pendekatan deskriptif	Pemeriksaan parameter fisik bau dan rasa air tersebut memenuhi kriteria yang ditetapkan, sementara warna air tidak memenuhi standar yang berlaku. Menurut hasil pemeriksaan parameter mikrobiologi dari uji laboratorium, ditemukan jumlah total coliform melebihi 2400 MPN, yang melampaui batas baku mutu untuk air bersih.

1	2	3	4	5	6
3	Elvia Sandi (Sandi, 2021)	“Uji Cemar Coliform Dan Escherichia Coli Pada Air Sumur Desa Macah Kecamatan Suka Makmur Kabupaten Nagan Raya”	2021	Metode Most Probable Number (MPN), yang terdiri dari uji pendugaan, uji penegasan dan uji konfirmasi yang dilakukan dengan seri tabung 3:3:3	Hasil penelitian ada lima sampel yang tingkat cemaran coliform dan E.Coli tinggi yaitu >2400/100ml dan ada dua sampel tingkat cemaran coliform dan E.Coli terendah yaitu 240/100ml
4	Khofifah Nindar Pramesti	“Gambaran Kualitas Sanitasi Sarana Air Bersih (Sumur Gali) Di Desa Ringinagung Kecamatan Magetan Kabupaten Magetan Tahun 2025”	2025	Penelitian deskriptif melakukan survei atau observasi cross-sectional	

B. Landasan Teori

1. Air

Air menjadi komponen lingkungan yang memegang peranan penting dalam menunjang hidup di bumi, khususnya bagi manusia sebagaimana makhluk hidup. Aktifitas manusia, baik secara individu maupun kelompok selalu berkaitan dengan penggunaan air. Hal ini terlihat dari kegiatan sehari-hari seperti konsumsi makanan, minum dan membuang air besar yang semuanya memerlukan air. Selain itu berbagai aktifitas di sektor publik juga sangat bergantung pada ketersediaan air, seperti di bidang pendidikan, kesehatan, keagamaan, ekonomi dan permukiman (Pramesti et al., 2023)

Air menjadi kebutuhan pokok yang sangat esensial bagi manusia, karena berperan penting dalam menjamin kelangsungan hidup serta meningkatkan mutu kehidupan, pelestarian sumber daya alam, terutama sumber daya air, harus menjadi perhatian utama. Namun, tidak semua wilayah memiliki ketersediaan air yang mencukupi. Sumber air baku yang secara keseluruhan dimanfaatkan oleh manusia termasuk air yang berasal dari hujan serta air yang berada di atas permukaan misalnya air tanah, danau, sungai dan mata air (Setyaning et al., 2021)

Air yang dimanfaatkan sesuai dengan keperluan higiene dan sanitasi terdiri dari air dengan standar kualitas spesifik yang dipergunakan dalam berbagai kegiatan sehari-hari. Umumnya, air bersih dimanfaatkan untuk mencuci pakaian, peralatan memasak, mandi, mengepel lantai, menyiram tanaman dan keperluan lainnya. Meskipun dapat dijadikan sebagai sumber air minum, air bersih harus melewati proses pengolahan terlebih dahulu agar memenuhi standar air minum yang layak konsumsi (I. Sari, 2021)

Kehidupan sehari-hari masyarakat bergantung pada ketersediaan sumber air yang bersih. Seiring meningkatnya kuantitas orang, keperluan air bersih juga mengalami kenaikan. Sehingga, ketersediaan air bersih semakin bertambah. Namun, hingga saat ini, masyarakat

masih banyak dihadapkan berbagai permasalahan dalam pemenuhan kebutuhan air bersih (Mongisidi & Supit, 2019)

2. Jenis Sarana Air Bersih

a. Sumur gali

Di wilayah pedesaan, sumur gali menjadi salah satu dari metode pengambilan air tanah yang paling umum dipakai. Faktor penyebabnya adalah proses pembuatan yang relative praktis serta memerlukan peralatan yang tidak rumit dengan biaya yang terjangkau sumur gali memiliki diameter sekitar 1 hingga 2 meter (Baco, 2018)

Sumur gali merupakan penyedia sumber air bersih yang diperoleh melalui pemanfaatan Cadangan air dari bawah permukaan tanah dengan metode penggalian lubang secara manual hingga mencapai sumber air. Setelah itu, lubang tersebut dilengkapi dengan dinding, bibir serta lantai sebagai pelindung sumur (Wina, 2020)

b. Sumur pompa tangan

Sumur pompa tangan adalah sumber air tanah dimana dimanfaatkan sebagai sarana penyedia air bersih dilakukan melalui cara membuat lubang pada tanah dengan bor (Wina, 2020)

Berdasarkan tingkat kedalamannya sumber air tanah, sumur yang menggunakan pompa tangan diklasifikasikan menjadi dua jenis yaitu:

1) Sumur pompa tangan dangkal

Sumur pompa tangan dangkal bekerja dengan konsep dasar pengambilan air tanah dilakukan melalui mekanisme hisapan, menggunakan daya hisap yang bergantung pada tekanan udara normal. Secara teori, jika ruang dalam silinder mencapai kondisi vakum sempurna, maka air dapat dihisap hingga ketinggian maksimal sekitar 10,33 meter. Pada jenis pompa ini, silinder terletak di atas permukaan tanah, sehingga air akan terdorong naik melewati hisapan yang dihasilkan oleh silinder tersebut. Agar pompa tangan dangkal dapat berfungsi secara optimal dan

bertahan lama, kedalaman air di dalam sumur sebaiknya berada di sekitar 7 meter, yang dianggap sebagai kedalaman ideal (Baco, 2018)

2) Sumur pompa tangan dalam

Sumur pompa tangan dalam merupakan jenis sumur bor dimana menyediakan air diambil melalui pompa dalam. Pompa tersebut memiliki kemampuan untuk mengalirkan air yang berasal dari bagian dalam kedalaman antara 15 meter hingga maksimal 30 meter. Dengan demikian, sumur pompa tangan dalam biasanya digunakan ketika sumber air berada cukup dalam di bawah permukaan tanah, di mana kedalamannya melebihi jangkauan efektif pompa tangan dangkal yang hanya dapat bekerja sampai kedalaman sekitar 7 meter (Wina, 2020)

Secara umum, sumur pompa tangan dalam dibedakan menjadi dua golongan berdasarkan bentuk silindernya, yaitu:

- a) Sumur pompa tangan dalam yang memiliki selinder terbuka
- b) Sumur pompa tangan dalam yang menggunakan selinder tertutup (Baco, 2018)

c. Perpipaan

Sarana perpipaan merupakan suatu konstruksi beserta peralatan dan kelengkapannya yang berfungsi dalam produksi, penyediaan, serta pendistribusian air minum kepada masyarakat menggunakan saluran jaringan perpipaan. Air yang dialirkan bisa berasal dari sumber air permukaan atau air tanah, baik langsung tidak pengolahan maupun setelah melalui proses pengolahan terlebih dahulu. (Wina, 2020)

d. Penampungan air hujan

Penampungan air hujan adalah fasilitas yang menyediakan sumber air bersih secara praktis untuk kebutuhan rumah. Air hujan yang turun di bagian atas atap rumah ataupun konstruksi penampung lainnya, akan dialirkan lewat jalur tertentu atau saluran khusus

kemudian ditampung dalam tempat penampungan yang telah disiapkan (Wina, 2020)

e. Perlindungan mata air

Perlindungan Mata Air (PMA) adalah sebuah konstruksi yang berfungsi sebagai menyimpan air sekaligus menjaga keberlangsungan sumber air agar terhindar dari risiko pencemaran. Bentuk serta kapasitas PMA dirancang menyesuaikan dengan susunan penataan lingkungan, kondisi sumber air, jarak terhadap sumber air, dan kebutuhan volume air yang diperlukan.

Beberapa persyaratan untuk perlindungan mata air meliputi beberapa aspek berikut:

- 1) Sumber air wajib berasal dari mata air di permukaan
- 2) Jarak minimal 11 meter antara mata air dengan potensi sumber pencemar.
- 3) Bangunan pelindung mata air harus memiliki atap dan dinding yang tahan air, serta dilengkapi dengan saluran air di sekelilingnya yang mengalirkan air keluar dari area bangunan.
- 4) Lubang kontrol pada bak penampungan wajib dipasang penutup yang terbuat dari material kuat dan tahan lama.
- 5) Lantai di dalam bangunan harus kedap air, mudah untuk dibersihkan, dan dibuat dengan kemiringan yang mengarah langsung ke saluran pembuangan.
- 6) Area tersebut harus dilengkapi dengan pagar pembatas yang kokoh serta memiliki ketahanan yang lama.
- 7) Tersedia saluran pembuangan air limbah yang tertutup guna mencegah kontaminasi dari lingkungan sekitar (Baco, 2018)

3. Sumber Air

a. Air permukaan

Air permukaan berasal dari berbagai media seperti sungai, saluran irigasi, danau serta waduk. 3 sistem pengolahan air permukaan:

- 1) Air waduk merupakan air yang bersumber dari curah hujan
- 2) Air sungai adalah gabungan dari air hujan dan air tawar yang mengalir
- 3) Air danau merupakan kombinasi air hujan, aliran sungai serta aliran mata air

Secara umum, air permukaan sudah terkontaminasi oleh beragam senyawa berbahaya yang dihasilkan dari aktivitas limbah kegiatan industri, limbah domestik, dan kegiatan pertanian, sehingga berpotensi membahayakan kesehatan. Selama musim hujan, tingkat kekeruhan air meningkat. Oleh karena itu, diperlukan proses pengolahan air yang menyeluruh, mencakup tahapan fisik, kimiawi, dan mikrobiologis. Dari segi kuantitas dan kontinuitas pasokan, air permukaan tidak lagi menjadi faktor utama dalam permasalahan ketersediaan air bersih (Badaruddin S, 2011)

Air permukaan terdiri dari berbagai jenis, termasuk seperti sungai, danau, kolam, waduk, rawa, serta sumur yang berada di permukaan tanah. Sebagian besar sumber ini bermula dari curah hujan yang mengalir ke tanah. Air hujan dapat terkontaminasi akibat tanah, sampah, dan berbagai sumber pencemar yang lain. Air permukaan adalah satu dari jenis asal utama dan esensial untuk penyediaan bahan dasar air bersih yang berkualitas.

Beberapa hal penting yang harus diperhatikan meliputi berbagai hal berikut:

- 1) Kualitas atau standar mutu yang harus dipenuhi
- 2) Kuantitas atau besaran jumlah yang tersedia
- 3) Kelangsungan atau kontinuitas pasokan

Jika dilakukan perbandingan terhadap berbagai sumber air yang berbeda, air permukaan cenderung mengalami tingkat pencemaran tertinggi yang mengakibatkan oleh aktivitas manusia, serta pengaruh fauna, flora, dan berbagai zat lain yang ada di sekitarnya (Masyita, 2021)

b. Mata air

Mata air merupakan penyediaan air yang bersumber dari munculnya air ke permukaan tanah disebabkan oleh:

- 1) Aliran air yang terjadi akibat adanya tekanan hidrolik dikenal dengan Aliran Artetis
- 2) Aliran air terhambat akibat lapisan tanah yang bersifat kedap air dikenal dengan Aliran Gravitasi Kontak.

Terdapat metode pengolahan mata air meliputi:

- 1) Sumber mata air yang bergantung pada gaya gravitasi serta kran yang umum digunakan oleh masyarakat
- 2) Sumber mata air yang tidak bergantung pada gaya gravitasi dan hidran yang biasa dipakai untuk kebutuhan umum.

Dalam hal kualitas, air memiliki mutu yang sangat baik jika digunakan sebagai sumber air baku yang muncul dari lapisan tanah karena tekanan, sehingga belum tercemar oleh bahan pencemar. Akan tetapi, keberadaan di tempat terbuka memungkinkan terjadinya kontaminasi dari lingkungan sekitar, termasuk bakteri E.Coli yang kerap ditemukan. Karena kualitas air tersebut, proses pengolahan yang umum diterapkan meliputi penambahan zat disinfektan, salah satunya adalah klorinasi. Jika dilihat dari sisi kuantitas dan kontinuitas, volume dan daya tampung yang minim menyebabkan pemenuhan kebutuhan hanya dapat dilakukan untuk Sebagian kalangan masyarakat saja (Badaruddin S, 2011)

c. Air tanah

Air tanah merupakan sumber air yang tersimpan di dalam tanah yang aktif. Air tanah terdiri dari banyak garam dan mineral yang dapat terlarut ketika air melewati lapisan tanah, sehingga pada dasarnya

air jenis ini terhindar dari pencemaran akibat keberadaannya dibawan permukaan tanah (Badaruddin S, 2011)

Jenis air tanah:

1) Air tanah dangkal

Terbentuknya air tanah dangkal disebabkan oleh adanya daya hasil tahapan penyerapan air yang berasal dari lapisan dekat permukaan tanah, di kedalaman sekitar 15 meter dan dimanfaatkan sebagai penyedia air minum. Dalam hal mutu air tanah dangkal tergolong sangat baik, sementara itu dalam hal kuantitasnya tidak memadai namun dipengaruhi oleh musim (Masyita, 2021)

2) Air tanah dalam

Air tanah dalam terletak di bawah lapisan yang bersifat tidak menahan air pertama, dengan kedalaman berkisar antara 100 hingga 300 meter. Dalam perbandingan dengan air tanah dangkal, secara umum memiliki kualitas yang lebih baik karena kondisinya yang relatif stabil dan tidak banyak terpengaruh oleh perubahan musim (Masyita, 2021)

Sistem pengolahan air tanah terbagi menjadi tiga bagian, yaitu:

- 1) Sumur Gali
- 2) Sumur Pompa Tangan Dangkal (SPT Dangkal)
- 3) Sumur Pompa Tangan Dalam (SPT Dalam)

Ditinjau dari sisi kuantitas, jenis air ini cukup mencukupi sebagai sumber air baku. Akan tetapi, apabila dilihat dari aspek kontinuitas, penggunaan air tanah perlu terbatas sebab pemanfaatan yang berlebihan berpotensi menurunkan permukaan air tanah secara signifikan (Badaruddin S, 2011)

d. Air hujan

Air angkasa, atau yang lebih dikenal sebagai air hujan, yang menjadi komponen utama yang menyediakan kebutuhan air kebutuhan manusia. Walaupun air hujan tergolong paling murni saat

pertama kali turun, kualitasnya dapat menurun akibat kontaminasi yang terjadi selama berada di atmosfer (Masyita, 2021)

Selain salju dan es, air hujan juga dikategorikan sebagai bagian dari air angkasa. Air angkasa merujuk air yang bersumber dari lapisan udara sekitar atmosfer dan selanjutnya turun ke permukaan bumi. Kandungan air yang tersimpan di dalam atmosfer bumi hanya mencakup sekitar 0,001% dari total volume air yang berada di dalam seluruh dunia. Jika dilihat dari sudut pandang segi kualitas, air hujan menunjukkan sejumlah karakteristik tertentu, di antaranya adalah:

- 1) Air hujan memiliki tingkat kebersihan yang relative tinggi.
- 2) Air ini bersifat lunak karena tidak mengandung garam terlarut maupun mineral-mineral tertentu.
- 3) air hujan juga bisa bersifat korosif akibat adanya unsur-unsur yang terkandung di udara seperti amonia (NH_3), karbon dioksida (CO_2) yang bersifat agresif, bahkan sulfur dioksida (SO_2). Jika tingkat SO_2 di udara cukup tinggi dan menggabungkannya dengan air hujan, fenomena hujan asam (*acid rain*) dapat terjadi.

Dari sisi jumlah, ketersediaan air hujan sangat dipengaruhi oleh seberapa tinggi intensitas curah hujan yang terjadi. Oleh sebab itu, jika air hujan digunakan sebagai sumber untuk penyediaan air bersih, maka jumlahnya tidak akan stabil dan cenderung berfluktuasi. Begitu pula dalam hal kontinuitas, ketersediaan air hujan tidak selalu konsisten sepanjang waktu karena sangat dipengaruhi oleh pola musim. Pada masa musim kemarau terutama, jumlah hujan mengalami penurunan signifikan karena tidak adanya suplai tambahan dari curah hujan (Ramadhan, 2021)

4. Kualitas Air

Menurut Permenkes No 2 Tahun 2023 Tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 Tentang Kesehatan Lingkungan

a. Standart Baku Mutu Kesehatan lingkungan

Air untuk keperluan hygiene dan sanitasi adalah air yang digunakan untuk keperluan hygiene perumahan dan/atau rumah tangga. Penetapan SBMKL media air untuk keperluan hygiene dan sanitasi diperuntukkan bagi rumah tangga yang mengakses secara mandiri atau yang memiliki sumber air sendiri untuk keperluan sehari-hari.

Tabel 2.2 Standart Baku Mutu Kesehatan Lingkungan

No	Jenis Parameter	Kadar maksimum yang diperbolehkan	Satuan	Metode Pengujian
	Mikrobiologi			
1	Escherichia coli	0	CFU/100ml	SNI/APHA
2	Total coliform	0	CFU/100ml	SNI/APHA
	Fisik			
3	Suhu	Suhu udara ± 3	$^{\circ}\text{C}$	SNI/APHA
4	Total <i>Dissolve Solid</i>	<300	mg/L	SNI/APHA
5	Kekeruhan	<3	NTU	SNI atau yang setara
6	Warna	10	TCU	SNI/APHA
7	Bau	Tidak berbau	-	APHA
	Kimia			
8	pH	6,5-8,5	-	SNI/APHA
9	Nitrat (sebagai NO^3)	20	mg/L	SNI/APHA
10	Nitrit (sebagai NO^2) (terlarut)	3	mg/L	SNI/APHA
11	Kromium (valensi 6 CR^{6+}) (terlarut)	0,01	mg/L	SNI/APHA
12	Besi (Fe) (terlarut)	0,2	mg/L	SNI/APHA
13	Mangan (Mn) (terlarut)	0,1	mg/L	SNI/APHA

Sumber: Permenkes No 2 Tahun 2023 Tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 Tentang Kesehatan Lingkungan

b. Persyaratan Kesehatan

Persyaratan kesehatan air untuk keperluan hygiene dan sanitasi terdiri atas:

- 1) Air dalam keadaan terlindung
 - a) Bebas dari kemungkinan kontaminasi mikrobiologi, fisik, kimia (bahan berbahaya dan beracun, dan/atau limbah B3).
 - b) Sumber sarana dan transportasi air terlindungi (akses layak) sampai dengan titik rumah tangga. Jika air bersumber dari sarana air perpipaan, tidak boleh ada koneksi silang dengan pipa air limbah di bawah permukaan tanah. Sedangkan jika air bersumber dari sarana non perpipaan, sarana terlindung dari sumber kontaminasi limbah domestik maupun industri.
 - c) Lokasi sarana air minum berada di dalam rumah atau halaman rumah
 - d) Air tersedia setiap saat
- 2) Pengolahan, pewadahan dan penyajian harus memenuhi prinsip hygiene dan sanitasi jika menggunakan wadah penampung air yang dibersihkan secara berkala; dan melakukan pengolahan air secara kimia dengan menggunakan jenis dan dosis bahan kimia yang tepat. Jika menggunakan kontainer sebagai penampung air harus dibersihkan secara berkala minimum 1 kali dalam seminggu.

5. Sumur Gali

Sumur gali merupakan lubang yang dibuat dengan cara digali secara manual ke dalam tanah untuk mengambil air tanah yang tersedia pada lapisan *waste table*. Kedalaman sumur gali biasanya mencapai sekitar 15 meter, dengan diameter berkisar antara 1 hingga 1,5 meter. Untuk mencegah dinding sumur mengalami kerusakan atau berlubang, biasanya dindingnya dilapisi atau dibangun menggunakan bahan seperti batu beton, batu bata, atau batu kali. Bentuk sumur gali umumnya bulat,

dan meskipun sumur ini kadang dapat menyediakan pasokan air yang cukup besar, airnya rentan terhadap kontaminasi dari lingkungan sekitar (Pamsimas, 2015)

Sumur gali termasuk jenis sumur yang paling sering dijumpai dan dimanfaatkan masyarakat untuk memperoleh air tanah dari lapisan yang relatif dangkal. Karena air yang diambil berasal dari kedalaman yang tidak jauh dari lapisan permukaan tanah, sumur jenis ini rentan terhadap pencemaran akibat infiltrasi atau rembesan dari permukaan (Widyantira.D.L, 2019)

Sumur gali termasuk salah sebuah sumber air yang jernih yang biasa dimanfaatkan oleh penduduk dalam kehidupan sehari-hari. Sumur gali sendiri adalah sebuah konstruksi yang mengambil air dari keran atau menampung air tanah dengan cara menggali. Morfologi wilayah dan letak muka air tanah di lingkungan sekitar turut menentukan kedalaman sumur yang bervariasi antara lima meter hingga sepuluh meter di atas permukaan tanah. Air tanah yang berumber dari sumur gali umumnya digunakan dalam rangka memenuhi kebutuhan keluarga, khususnya untuk keperluan makan, memasak, mandi, dan mencuci (Widyantira.D.L, 2019)

Sumur gali memiliki bentuk dan tipe, yaitu:

a. Bentuk sumur gali

bentuk sumur gali mengacu atau menyesuaikan dengan penampang lubangnya, yang berbentuk silinder atau bulat.

b. Tipe sumur gali

Sumur gali diklasifikasikan ke dalam 2 jenis, yakni:

- 1) Tipe 1: konstruksi ini ditetapkan sebagai pilihan jika kondisi tanah stabil dan tidak menunjukkan tanda-tanda keruntuhan. Bagian dinding atas biasanya terbuat dari pasangan bata, batako, atau batu dengan ketinggian sekitar 80 sentimeter di atas lantai, dan dinding bagian bawah dibuat dari bahan serupa atau pipa beton yang ditanam minimal 300 sentimeter di bawah permukaan lantai.

2) Tipe 2: konstruksi ini digunakan ketika kondisi tanah menunjukkan tanda-tanda mudah mengalami keretakan atau rawan runtuh. Dinding bagian atas menggunakan pasangan bata, batako, atau batu belah dengan ketinggian sekitar 60 centimeter dari permukaan lantai. Di sisi lain, dinding bagian bawah yang membentang ke dalam sumur, terbuat dari pipa beton kedap air dengan kedalaman paling sedikit 300 cm dari permukaan lantai, sementara bagian lainnya menggunakan pipa beton berlubang (Masyita, 2021)

6. Syarat-Syarat Sumur Gali

a. Syarat lokasi atau jarak

Jarak sumur dengan toilet, tempat pembuangan sampah, lubang pembuangan air limbah dan sumber kontaminasi lainnya harus diperhatikan untuk mencegah kontaminasi. Jarak ini ditentukan oleh kemiringan dan kondisi tanah. Sumur tertelak setidaknya 11 meter dari sumber pencemar. Sumber air bersih harus lebih tinggi daripada sumber pencemar untuk mencegah pencemaran air bersih oleh limbah atau zat berbahaya yang berasal dari sumber pencemar (Mahfuzah, 2024)

b. Syarat konstruksi atau bangunan sumur gali

- 1) Bibir sumur dibuat pada ketinggian 80 cm dari permukaan tanah.
- 2) Dinding sumur tidak kurang dari 3 meter di bawah permukaan tanah.
- 3) Bagian dinding serta bibir sumur dilapisi dengan bahan kedap air, seperti semen atau beton, untuk melindungi sumur dari pencemar.
- 4) Lantai semen yang mengelilingi sumur dibuat dengan jarak minimal satu meter. Selain itu, permukaan lantai di sekitar sumur harus tetap utuh tanpa retak atau kerusakan yang dapat memungkinkan air meresap masuk ke dalam sumur.

5) Alat timba yang digunakan sebagai media untuk mengangkat air harus dijaga agar tidak terkontaminasi oleh sumber pencemar lain, seperti dengan meletakkannya di atas lantai. (Mahfuzah, 2024)

Sumur diannjurkan untuk ditutup menggunakan penutup berbahan batu guna memastikan keamanan dan mencegah masuknya kotoran atau benda asing ke dalam sumur. Disarankan agar sumur dilengkapi dengan pompa manual atau Listrik, karena penggunaan timba untuk mengambil air berpotensi meningkatkan risiko pencemaran (Zulfiardi, 2019)

7. Faktor Yang Mempengaruhi Pencemaran Air Sumur Gali

a. Kondisi fisik sumur gali

1) Dinding sumur gali

Dinding bagian bawah sumur harus setidaknya 300 cm tinggi dari permukaan lantai dan dibangun menggunakan material yang kedap air. Pada kedalaman 300cm dinding sumur berada di atas permukaan tanah serta dibuat dari dinding beton yang bersifat kedap air supaya mencegah terjadinya infiltrasi air tanah yang terkontaminasi. Pada kedalaman 300cm bakteri biasanya tidak dapat bertahan hidup (Widyantira.D.L, 2019)

Dinding sumur gali yang tidak menggunakan bahan batu dan dilapisi semen (diplester) dapat menimbulkan risiko kontaminasi yang dapat menurunkan mutu air pada air sumur, baik dari segi fisik maupun kontaminasi bakteriologis. Penyebab dari kondisi tersebut adalah air sumur gali rentan terkontaminasi akibat infiltrasi air yang merembes melalui pori-pori tanah, oleh karena itu, memberikan pengaruh pada penurunan mutu air sumur. Kualitas bakteriologis air sumur gali dapat terpengaruh oleh sumber pencemar dari area sekitar sumur yang meresap ke daalam sumur dapat membawa mikroorganisme (Sangadjisowohy, 2019)

2) Bibir sumur gali

Bibir sumur gali dibangun menggunakan bahan seperti bata, batako, atau batu belah yang dipasang hingga mencapai ketinggian kurang lebih 80 cm dari atas permukaan lantai sumur. Untuk menjaga keamanan bagi pengguna dan mencegah air permukaan yang dapat mencemari sumur masuk, berada di permukaan tanah dibangun tembok kedap air dengan tinggi sekurang-kurangnya 80 cm, terutama apabila lokasi sumur berada di daerah yang rawan banjir (Widyantira.D.L, 2019)

Bibir sumur gali berfungsi untuk melindungi sumur dari pencemaran, khususnya jika lokasi sumur berada di daerah rawan banjir, serta memberikan keamanan saat proses pengambilan air. Sebab itu, disarankan agar bibir sumur memiliki tingkat ketinggian sekurang-kurangnya 70 cm dari permukaan lantai. Semakin tinggi bibir sumur yang dibuat, akan semakin efektif dalam mencegah masuknya kotoran, bahan pencemar, maupun bakteri ke dalam sumur gali. (Kinasih et al., 2023)

3) Lantai sumur gali

Pada bagian proses pembangunan sumur gali, pengawasan khusus perlu dialokasikan untuk bagian lantai sumur karena ia merupakan faktor penting yang mempengaruhi kualitas dan keamanan sumur tersebut. Fungsi utama lantai adalah untuk mencegah perembesan air ke dalam tanah yang bisa berdampak negatif pada kualitas air sumur. Permukaan lantai di sekitar sumur perlu dirancang agar tidak tembus air, dengan ketentuan lebar area kedap air tersebut sekurang-kurangnya 1,5 meter dari tepi sumur, serta harus bebas dari retak atau kebocoran dan mudah untuk dibersihkan. Adanya keretakan yang terdapat pada permukaan lantai sumur gali dapat mempercepat masuknya kontaminan ke dalam air sumur,

sehingga berisiko menurunkan kualitas air yang dihasilkan. (Baktiar et al., 2022)

Lantai sumur gali harus memiliki ukuran minimal lebar 100 cm di luar dinding sumur bagian luar, dengan permukaan yang diberi kemiringan mengarah ke luar. Lantai ini perlu dibuat kedap air, bebas dari retak atau kebocoran, serta rata dan bersih, sehingga tidak terjadi genangan air. Kemiringan lantai dibuat untuk memungkinkan air limbah mengalir keluar dengan lancar dari area sekitar sumur (Widyantira.D.L, 2019)

4) Penutup sumur

Penutup sumur gali merupakan bagian penting dalam konstruksi sumur untuk mencegah masuknya bahan pencemar dan mikroorganisme yang dapat menurunkan kualitas air sumur. Penutup yang rapat dan sesuai standar dapat meminimalisir risiko pencemaran air sumur. Banyak sumur gali yang ditemukan tidak mempunyai penutup yang sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. Sebagian sumur hanya ditutup dengan pelindung seadanya seperti seng atau bahkan dibiarkan terbuka, sehingga memungkinkan masuknya kotoran, debu, binatang, dan rembesan air yang dapat mencemari air sumur (Katiho et al., 2016)

Penutup sumur gali dibuat dari material yang kokoh dan rapat dengan tujuan utama untuk menghindari masuknya pencemar seperti air hujan dan kotoran ke dalam sumur. Keberadaan penutup pada sumur gali merupakan aspek penting yang berperan dalam melindungi mutu air di dalamnya. Penutup yang dibuat kokoh dan tertutup rapat berfungsi sebagai pelindung utama agar sumber air tidak mudah terkontaminasi oleh berbagai jenis pencemar dari lingkungan sekitar. (Karimuna, 2025)

5) Pengambilan air

Pengambilan air bersih dari sumur gali dengan menggunakan ember tanpa katrol dan meletakkan ember tersebut langsung di tanah dekat sumur yang juga berada di sekitar sumber pencemar dapat menyebabkan kontaminasi air sumur. Ember yang diletakkan di tanah berpotensi terpapar mikroorganisme pencemar seperti bakteri total coliform yang berasal dari limbah domestik, kotoran hewan, atau sumber pencemar lain di sekitar sumur. Ketika ember yang sudah terkontaminasi ini dipakai untuk mengambil air sumur, bakteri atau patogen dari ember bisa terbawa ke dalam air sumur sehingga menyebabkan peningkatan kadar total coliform dan menurunkan kualitas air (Tangkilisan et al., 2017)

Letak timba sangat berpengaruh dengan mutu bakteriologis yang terdapat dalam air sumur gali. Timba yang diletakkan sembarangan, misalnya di lantai sumur atau di bibir sumur, berpotensi menjadi perpindahan bakteri ke dalam sumur, sehingga meningkatkan risiko kontaminasi bakteri coliform dan pencemaran air. Mesin pompa sumur gali sebagai alternatif pengambilan air juga banyak digunakan, terutama untuk memudahkan akses air dan mengurangi risiko kontaminasi yang mungkin terjadi pada pengambilan air dengan timba manual (Marpaung et al., 2018).

b. Jarak jamban

Jamban merupakan sebuah konstruksi yang berfungsi untuk menampung dan membuang limbah dari aktivitas manusia tanpa menimbulkan penyakit maupun pencemaran lingkungan. jarak antara lokasi jamban dan sumur gali mempengaruhi jumlah bakteri semakin jauh jarak tersebut, jumlah bakteri yang ditemukan akan semakin sedikit, sedangkan jarak yang dekat menyebabkan peningkatan jumlah bakteri. Penyebabnya adalah karakteristik tanah yang terdiri atas beragam bahan, termasuk batu, pasir, serta

material lainnya, yang berperan sebagai media penyaring bakteri yang melewati lapisan tanah tersebut (Widyantira.D.L, 2019)

Jarak dekat antara sumur gali dan jamban ini berpotensi mengakibatkan masuknya bakteri dari sumber kontaminasi ke dalam air tanah melalui penetrasi air yang merembes yang berasal dari sumber tersebut. Faktor curah hujan juga memiliki peran penting dalam pergerakan bakteri ke badan air. Saat curah hujan tinggi, genangan air terbentuk di permukaan tanah, menciptakan kondisi yang mendukung pertumbuhan dan penyebaran bakteri. Selain itu, arah aliran air tanah dan tingkat porositas tanah menjadi faktor penentu seberapa besar risiko pencemaran air. Semakin tinggi porositas tanah, kemampuan tanah untuk menyerap air juga meningkat, sehingga jika ada sumber pencemar di permukaan, air yang mengandung bakteri dapat dengan mudah meresap dan mengalir mengikuti arah aliran air, sehingga meningkatkan potensi kontaminasi air tanah oleh bakteri (Yuliansari, 2019)

c. Jarak sumber pencemar

Berbeda dengan toilet dan septic tank, limbah domestik memiliki sifat yang berbeda. Limbah dari toilet dan septic tank mengandung jumlah besar zat organik yang dapat menjadi tempat berkembang biaknya mikroorganisme. Limbah domestik, seperti tempat sampah dan genangan air bekas cucian menjadi salah satu yang berperan sebagai sumber kontaminasi. Berbagai sifat limbah mempengaruhi sifat bakteriologis air sumur gali (Prasetyani, 2020)

Jarak diantara sumur gali dengan berbagai sumber pencemar seperti sungai, septic tank, toilet, dan tempat sampah sangat menentukan kadar total coliform yang terdapat dalam air sumur tersebut. Semakin berkurangnya jarak antara sumur dengan sumber kontaminasi, maka peluang keberadaan bakteri coliform di dalam air juga akan meningkat, akibat infiltrasi dan pencemaran dari lingkungan sekitar. Jarak minimal yang direkomendasikan

umumnya adalah 10 meter untuk mengurangi risiko kontaminasi bakteri (Siswandi et al., 2020)

8. Sumber Pencemaran Air Bersih Sumur Gali

a. Limbah industri

Limbah industri (*industrial waste*) merupakan air limbah yang dihasilkan dari aktivitas industri dapat sangat berbeda jumlah dan jenisnya, tergantung pada jenis usaha, ukuran usaha, proses produksi yang dijalankan, seberapa intensif penggunaan air, serta metode pengolahan air yang diterapkan di pabrik tersebut. Setiap industri umumnya menggunakan air dalam berbagai tahap produksinya, menghasilkan limbah cair yang mengandung zat-zat berbeda sesuai dengan jenis bahan dan proses yang dilaksanakan (Amaliah, 2018)

Kegiatan industri penyamakan kulit di Magetan merupakan salah satu sektor utama dalam produksi kulit yang banyak menggunakan air dan bahan kimia selama proses produksinya. Industri ini membutuhkan pasokan air bersih dalam jumlah besar untuk mendukung berbagai tahapan penyamakan. Di sisi lain, kegiatan produksi itu turut memunculkan limbah cair yang memiliki kandungan polutan organik, yang berasal dari bahan kimia dan sisa-sisa bahan organik dalam kulit yang diolah (Pakci, 2022)

Banyaknya limbah cair yang dihasilkan dari industri penyamakan kulit, sesekali IPAL (Instalansi Pengolahan Air Limbah) tidaklah mampu menampung air limbah, namun jika kapasitas Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) tidak mencukupi, limbah cair yang berlebih akan mengalir keluar melalui pipa pembuangan ke arah bak penampungan air, selanjutnya masuk pada badan air seperti sungai. Situasi tersebut berpotensi memengaruhi mutu air sumur, terutama sebab kedekatan antara daerah pemukiman warga dengan wilayah industri penyamakan kulit di Magetan. Akibatnya, masyarakat rentan terkena dampak negatif dari limbah yang dihasilkan oleh industri tersebut (Pakci, 2022)

b. Limbah pertanian

Limbah yang berasal dari aktivitas pertanian atau perkebunan, termasuk pemakaian pupuk dan pestisida yang melebihi batas berpotensi menyebabkan pencemaran pada sumber air. Nutrisi berlebih dari pupuk yang masuk ke perairan akan memicu perkembangan tanaman air, contohnya seperti ganggang dan eceng gondok secara berlebihan, hingga akhirnya menutupi permukaan air tersebut. Kondisi ini membuat cahaya matahari mengalami kesulitan menembus masuk ke dalam air, maka fitoplankton, yang merupakan organisme penting dalam ekosistem air, mati. Selanjutnya, Sisa organik berasal dari pembusukan ganggang dan eceng gondok akan menyebabkan penurunan kadar oksigen terlarut di dalam air. Proses dekomposisi tersebut menghabiskan oksigen yang ada, sehingga mengurangi ketersediaan oksigen bagi organisme lain di lingkungan perairan, sehingga menyebabkan kondisi kekurangan oksigen yang berakibat pada kematian ikan. Di sisi lain, residu pestisida yang terbawa ke perairan dapat berbahaya langsung bagi ikan dengan membunuhnya atau diserap oleh mikroorganisme. Mikroorganisme tersebut kemudian dapat memasuki rantai makanan, berpotensi menimbulkan dampak negatif pada organisme lain yang lebih tinggi dalam ekosistem (Amaliah, 2018)

c. Limbah domestik

Air limbah domestik yang dihasilkan dari kegiatan rumah tangga mencakup limbah yang telah tidak dimanfaatkan lagi mencakup kotoran manusia (tinja) serta sisa-sisa dari kegiatan dapur, kamar mandi dan tempat mencuci. air limbah rumah tangga memiliki kandungan lebih dari 90% cairan. Komponen dalam air limbah mencakup berbagai unsur organik yang terdapat baik dalam bentuk partikel tersuspensi maupun zat terlarut, meliputi protein, karbohidrat, dan lemak. Selain itu, air limbah juga mengandung

unsur anorganik seperti partikel-butiran, garam, logam, serta berbagai jenis mikroorganisme. (Amaliah, 2018)

Jumlah air limbah yang dihasilkan sangat bergantung pada besarnya pemakaian air oleh masyarakat di wilayah tersebut. Konsumsi air harian per individu bisa sangat bervariasi, Volume air yang digunakan per individu dapat dimulai dari kurang dari 10 liter di wilayah yang memperoleh pasokan air melalui sumur pompa atau instalasi sambungan langsung ke rumah masing-masing, hingga mencapai sekitar 200 liter per orang pada kondisi tertentu. Perbedaan ini mencerminkan variasi kebutuhan dan fasilitas air yang tersedia di setiap daerah. Oleh karena itu, volume air limbah juga akan meningkat seiring dengan tingginya penggunaan air oleh penduduk setempat (Amaliah, 2018)

9. Pencemaran Air Bersih Sumur Gali

Kontaminasi pada air sumur gali banyak memengaruhi beberapa faktor risiko, seperti kualitas pembangunan sumur itu sendiri, keberadaan sistem pembuangan air limbah (SPAL) yang tidak memenuhi kriteria yang ditetapkan, serta jarak yang memisahkan sumur dari berbagai sumber pencemar, termasuk septic tank, jamban, kandang hewan, dan lokasi penumpukan sampah. Kualitas air sumur gali sering mengalami kontaminasi bakteriologis, terutama oleh bakteri total coliform, yang berasal dari rembesan limbah domestik dan aktivitas manusia di sekitar sumur. Kondisi ini berpotensi menimbulkan risiko kesehatan bagi masyarakat pengguna air sumur gali bisa menimbulkan berbagai gangguan kesehatan, misalnya diare dan penyakit kulit (Rahayu et al., 2019)

Pencemaran air dapat berasal dari berbagai jenis sumber, yang umumnya dibagi menjadi 2 kategori, yakni sumber kontaminasi langsung dan tidak langsung. Kontaminasi langsung mencakup limbah yang dihasilkan oleh aktivitas industri, pembuangan sampah rumah tangga, serta berbagai sumber lain yang serupa. Sedangkan kontaminasi tidak langsung terjadi ketika zat pencemar memasuki badan air melalui

perantara tanah atau atmosfer, misalnya melalui air hujan yang membawa kontaminan tersebut (Amaliah, 2018)

Sumber pencemaran air berasal dari kontaminasi pasokan air bersih dapat terjadi akibat infiltrasi mikroorganisme yang berasal dari limbah manusia serta kotoran hewan. Air tanah, termasuk di dalamnya sumur gali, bisa mengalami kontaminasi bakteriologis melalui infiltrasi air limbah ke dalam tanah. Di wilayah yang belum memiliki sistem saluran pembuangan limbah tertutup, aliran limbah seperti air bekas aktivitas toilet dan cuci biasanya langsung dialirkan ke saluran pembuangan terbuka, sementara tinja atau kotoran manusia lebih sering dibuang ke tempat khusus seperti septic tank (Amaliah, 2018)

10. Bakteri Coliform

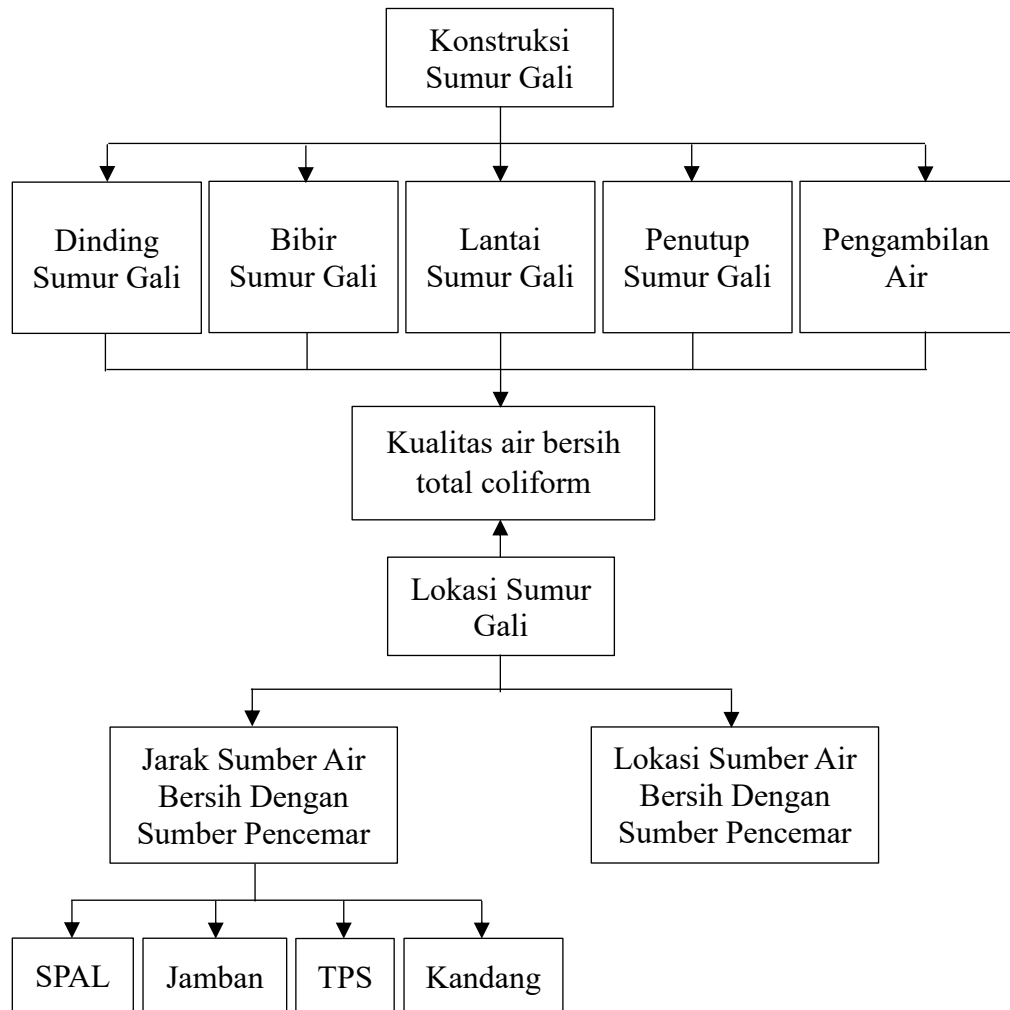
Coliform merupakan kelompok mikroorganisme yang secara alami berada dalam sistem pencernaan manusia serta hewan, sekaligus berperan sebagai indikator keberadaan bakteri patogenik. Bakteri coliform, yang terdiri dari golongan fekal dan non-fekal, sering digunakan sebagai parameter untuk menilai sanitasi pada makanan dan air. Adanya coliform fekal, termasuk spesies *Escherichia coli*, pada makanan harus mendapat perhatian khusus karena menunjukkan adanya kontaminasi feses. Pengukuran jumlah koloni coliform fekal dijadikan indikator yang efektif dalam mendeteksi kontaminasi karena korelasinya yang kuat dengan kehadiran bakteri patogen. Di antara bakteri yang tergolong dalam kelompok coliform adalah anggota genus *Citrobacter* (D. P. Sari et al., 2019)

Coliform merupakan jenis mikroorganisme yang berfungsi sebagai penanda adanya kotoran sekaligus menunjukkan buruknya kondisi sanitasi pada sumber air, makanan serta susu. Munculnya bakteri coliform dalam bahan pangan dan minuman menjadi pertanda kuat bahwa mungkin terdapat mikroorganisme yang dapat membahayakan kesehatan dengan sifat enteropatogenik dan/atau menghasilkan toksin, yang dapat menimbulkan risiko kesehatan bagi manusia. (Masyita, 2021)

Bakteri Coliform memiliki beberapa ciri khas, Jenis bakteri ini tergolong dalam kelompok gram negatif, memiliki bentuk menyerupai batang, dan tidak menghasilkan spora. Bakteri ini bersifat aerob maupun anaerob fakultatif, artinya mampu bertahan hidup baik dalam kondisi ada oksigen maupun tanpa keberadaan oksigen. Selain itu, bakteri Coliform mampu menghasilkan gas dari proses pemecahan glukosa (dan beberapa gula lain) serta melakukan fermentasi laktat menjadi asam dan gas dalam jangka waktu 48 jam pada suhu sekitar 35⁰C. (Masyita, 2021)

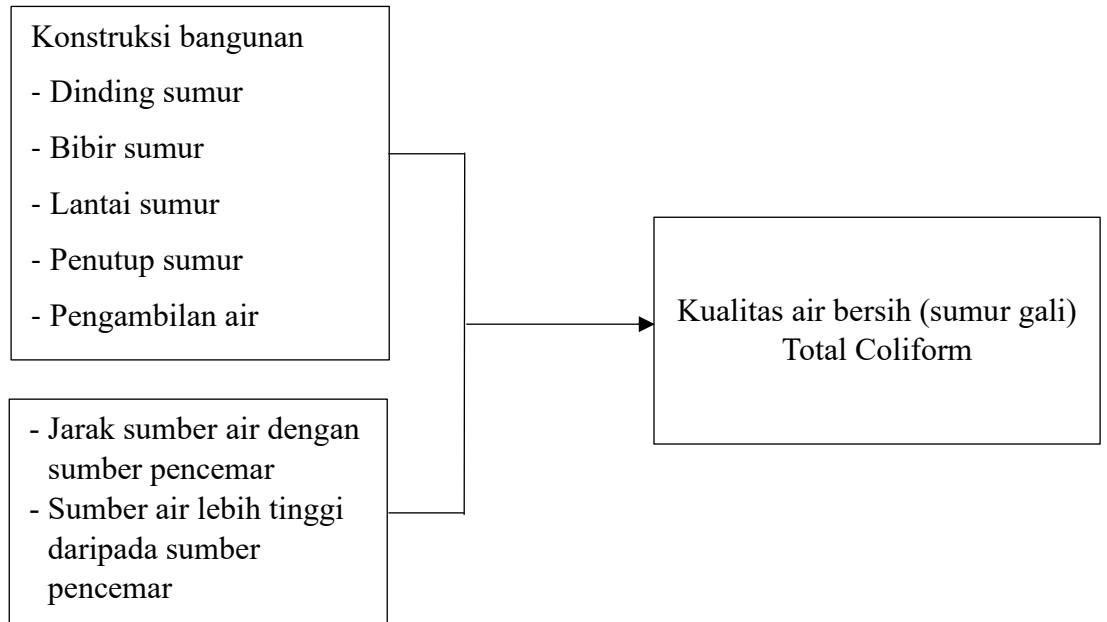
Bakteri Coliform dapat tumbuh optimal pada berbagai jenis substrat serta memanfaatkan bermacam-macam karbohidrat dan bahan organik lainnya berfungsi sebagai penyedia energi. Selain itu, bakteri ini juga mampu menggunakan beberapa bentuk nitrogen sederhana sebagai sumber nitrogen. Rentang suhu pertumbuhannya berada di kisaran 10 hingga 46,5⁰C. Selama proses metabolisme, bakteri Coliform menghasilkan asam dan gas dari gula yang dicerna. (Masyita, 2021)

C. Kerangka Teori



Gambar 2.1 Kerangka Teori

D. Kerangka Konsep



Gambar 2.2 Kerangka konsep