

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Umum tentang Air

A.1. Pengertian Air

Berdasarkan peraturan Menteri Kesehatan RI No. 2 Tahun 2023 tentang Peraturan Pelaksana Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 Tentang Kesehatan Lingkungan, pengertian air adalah air minum, air bersih, air kolam renang dan air permandian umum. Air Minum adalah air yang melalui pengolahan atau tanpa pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum. Air bersih adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari dan dapat diminum apabila telah dimasak. Air Kolam Renang adalah air yang telah diolah yang dilengkapi dengan fasilitas kenyamanan dan pengamanan berupa konstruksi kolam baik yang terletak di dalam maupun di luar bangunan yang digunakan untuk berenang, rekreasi, atau olahraga air lainnya Air Pemandian Umum adalah air alam tanpa pengolahan terlebih dahulu yang digunakan untuk kegiatan mandi, relaksasi, rekreasi, atau olahraga, dan dilengkapi dengan fasilitas lainnya.

Kebutuhan yang pertama bagi terselenggaranya kesehatan yang baik adalah tersedianya air yang memadai dari segi kuantitas dan kualitasnya yaitu memenuhi syarat kebersihan dan keamanan. Selain itu, air bersih tersebut juga harus tersedia secara kontinyu, menarik dan dapat diterima oleh masyarakat agar mendorong masyarakat untuk memakainya. Apabila tidak demikian, masyarakat akan memakai air yang kurang atau tidak bersih, yang berasal dari sumber lain yang tidak terjamin kualitas penyediaannya. Air merupakan kebutuhan pokok bagi kehidupan, karena kehidupan di dunia tak dapat berlangsung terus tanpa tersedianya air yang cukup. Dari keseluruhan air yang ada di atas dan didalam bumi, 97 % dari padanya terdapat didalam laut dan lautan

bergaram, dan 2,25 % terdapat didalam salju dan es. Jumlah air tawar yang tersedia dan siap dipakai manusia sangat terbatas, tetapi kebutuhan akan air ini selalu meningkat karena populasi dan kegiatan manusia disegala bidang.

1. Sumber-Sumber Air

a. Air Hujan / Air Angkasa

Air hujan adalah uap air yang sudah terkondensasi dan jatuh ke bumi. Air hujan bersumber dari air yang ada di angkasa sebagai uap air atau dalam bentuk awan yang berasal dari evaporasi air laut, air permukaan atau es yang ada di kutub.

b. Air Permukaan

Air permukaan yang meliputi badan-badan air semacam sungai, danau, telaga, waduk, dan laut yang bersumber dari air hujan dan air tanah yang mengalir keluar ke permukaan.

c. Air Tanah

Air tanah (*Ground water*) berasal dari air hujan yang jatuh ke permukaan bumi yang kemudian mengalami penyerapan ke dalam tanah dan mengalami proses filtrasi secara alamiah. Proses-proses yang telah dialami air hujan tersebut, di dalam perjalanannya ke bawah tanah, membuat air tanah menjadi lebih baik dan lebih murni dibandingkan dengan air permukaan.

Air tanah memiliki beberapa kelebihan dibanding dengan sumber air lain. Pertama, air tanah biasanya minim kuman penyakit dan tidak perlu mengalami proses purifikasi atau penjernihan. Persediaan air tanah juga cukup tersedia sepanjang tahun, saat musim kemarau sekalipun. Sementara itu, air tanah juga memiliki beberapa kelemahan dibanding sumber air lainnya. Air tanah mengandung zat-zat

mineral dalam konsentrasi yang tinggi semacam kalsium, magnesium dan logam berat seperti besi dan mangan yang dapat menyebabkan kesadahan air.

Menurut (Daud, 2002) dari segi hidrologi lapisan aquifer yaitu :

- 1) Lapisan aquifer dangkal (dekat dengan permukaan air tanah) yang memperoleh suplai langsung dari hujan yang jatuh dari aliran air hujan di atas permukaan tanah dan umumnya mempunyai kedalaman kurang dari 50 meter.
- 2) Lapisan aquifer tertutup. Umumnya jatuh lebih dalam dibatasi oleh lapisan tanah yang kedap air (*impermeable*) dan airnya diperoleh dari infiltrasi. Letaknya cukup jauh di bawah permukaan tanah yaitu lebih dari 100 meter. Air tanah sebagai sumber air dapat diperoleh dalam bentuk:
 - a) Mata air
 - b) Sumuran gali
 - c) Pengeboran

Salah satu upaya perlindungan air adalah dibangunnya sarana air bersih baik secara individual maupun berupa bantuan proyek dari pemerintah yang bertujuan untuk menyediakan air yang sehat bagi masyarakat salah satunya yang paling umum digunakan adalah sumur gali.

2. **Kualitas Air**

Menurut Permenkes No. 2 Tahun 2023 tentang Peraturan Pelaksanaan PP No. 66 Tahun 2014 tentang Kesehatan Lingkungan, kualitas air mencakup standar kesehatan untuk berbagai jenis air, antara lain: air minum, air higiene dan sanitasi,

air kolam renang, SPA, dan air pemandian umum. Dengan demikian, kualitas air adalah penilaian menyeluruh terhadap air, baik untuk konsumsi maupun keperluan lain, berdasarkan parameter-parameter yang telah ditentukan oleh pemerintah.

a. Pengertian Kualitas Air

Kualitas air merupakan ukuran kondisi atau derajat mutu air yang ditentukan berdasarkan parameter fisik, kimia, mikrobiologi, dan radioaktivitas sesuai dengan standar atau baku mutu yang berlaku. Menurut PP No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air, kualitas air adalah kondisi air yang diukur dan/atau diuji berdasarkan parameter tertentu dan metode tertentu sesuai peraturan perundang-undangan. Penurunan kualitas air mengindikasikan bahwa air tersebut telah tercemar oleh suatu makhluk hidup, zat, energi dan atau komponen lainnya baik masuk dengan sendirinya atau dimasukkan ke dalam air yang disebabkan oleh manusia sehingga kualitas air menurun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan tidak lagi berfungsi sebagai peruntukannya.

Pada dasarnya perubahan kualitas air di alam ini terjadi dalam dua cara yaitu berlangsung secara alamiah maupun sebagai akibat kegiatan manusia (Daud, 2004).

b. Standar Kualitas Air

Untuk kepentingan masyarakat sehari-hari, persediaan air harus memenuhi standar air minum dan tidak membahayakan kesehatan manusia. Menurut WHO standar air minum harus memenuhi persyaratan fisik, biologi, kimia dan radioaktif.

Standar kualitas air adalah baku mutu yang ditetapkan berdasarkan sifat-sifat fisik, kimia, radioaktif maupun bakteriologis yang menunjukkan persyaratan kualitas air tersebut. Selain itu, standar kualitas air dapat diartikan sebagai ketentuan-ketentuan yang biasanya dituangkan dalam bentuk

pernyataan atau angka yang menunjukkan persyaratan-persyaratan yang harus dipenuhi agar air tersebut tidak menimbulkan gangguan kesehatan, gangguan teknis dan gangguan dari segi estetika. Syarat-syarat air minum adalah sebagai berikut :

1) Syarat Fisik

a) Suhu

Suhu sangat penting sehubungan dengan pengaruhnya terhadap parameter-parameter atau sifat-sifat lainnya, misalnya kecepatan reaksi kimia pengaruhnya terhadap kelarutan suatu gas, bau, rasa dan sebagainya. Semakin rendah temperatur kurang lebih 15 °C, maka semakin rendah penggunaan air pencucian (Daud, 2008).

b) Warna

Air yang murni itu tidak berwarna, walaupun air murni itu dikatakan tidak berwarna, namun kalau dipandang maka air itu menimbulkan biru-hijau muda apabila volumenya cukup banyak. Warna dibagi dalam dua jenis yaitu warna sejati dan warna semu. Warna sejati ditimbulkan oleh koloida-koloida organik atau zat-zat terlarut. Sedangkan warna semu ditimbulkan oleh suspensi partikel-partikel penyebab kekeruhan (Daud 2008). Intensitas dalam warna air ini diukur dengan satuan unit warna standar, yang dihasilkan oleh 1 mg/liter platina (sebagai K₂ Pt Cl₆). Standar yang ditetapkan oleh U.S Public Health Service untuk intensitas warna dalam air minum adalah 20 unit dengan skala Pt-co. Standar ini lebih rendah dari standar yang ditetapkan oleh standar internasional dari WHO maupun standar nasional dari Indonesia yang

besarnya 5-50 unit.

c) Rasa

Air biasanya tidak memberi rasa/tawar. Air yang tidak tawar dapat menunjukkan kehadiran berbagai zat yang dapat membahayakan kesehatan. Rasa logam/amis, rasa pahit, asin, dan sebagainya. (Slamet, 1994). Rasa dalam air disebabkan oleh chlor, chlorida, penol (0,002 mg/l) dan zat-zat organik lainnya, chloropenol dan organik kompleks lainnya (Daud, 2007).

d) Bau

Bau dan rasa yang terdapat dalam air baku dapat dihasilkan oleh kehadiran organisme seperti mikroalga dan bakteri. Dari segi estetika, air yang berbau apalagi bau busuk seperti bau telur yang membusuk (oleh H₂S misalnya), ataupun air yang berasa secara alami, tidak dikehendaki dan tidak dibenarkan oleh peraturan dan ketentuan yang berlaku. Selain itu yang berkaitan dengan warna pada air yang berasal dari buangan pabrik ataupun buangan pemukiman juga tidak dibenarkan untuk di konsumsi. Hal ini disebabkan di dalam warna terkandung senyawa kimia yang besar kemungkinan akan membahayakan kesehatan kalau terminum atau terbawa ke dalam jasad hidup lain di dalam air, misalnya tanaman air maupun hewan air terutama ikan (Suriawiria 2005).

e) Kekeruhan

Turbidity atau kekeruhan dalam air dapat disebabkan oleh cloy, pasir, zat-zat organik dan anorganik yang halus, plankton dan mikroorganisme lainnya. Standar 5 – 25 mg/l SiO₂ atau JTU (*Jackson Turbidity Unit*). Chlorinasi tidak akan efektif apabila kadar kekeruhan

tinggi karena merupakan habitat dari bakteri pathogen. Keekeruhan dapat disebabkan oleh partikel-partikel tanah liat, lempung, lanan atau buangan rumah tangga maupun limbah industri (Daud, 2008).

2) Syarat Kimia

Kandungan unsur kimia dalam air harus mempunyai kadar dan tingkat konsentrasi tertentu yang tidak membahayakan kesehatan manusia dan makhluk hidup lainnya, pertumbuhan tanaman, atau tidak membahayakan kesehatan pada penggunaannya dalam industri serta tidak menimbulkan kerusakan pada instalasi sistem penyediaan air minumnya sendiri.

Zat kimia yang sering terdapat pada air :

a) Derajat keasaman (pH) :

Standar yang masih diperbolehkan : 6,5 – 9,2

Apabila pH kurang dari 6,5 atau lebih dari 9,2 mengakibatkan :

- 1) Korosifitas pada pipa air yang terbuat dari logam.
- 2) Beberapa senyawa kimia berubah menjadi racun.
- 3) Mempengaruhi pertumbuhan beberapa mikroba dalam air.

b) Besi (Fe) :

Kandungan besi dalam air bersih yang diperbolehkan :

0,1- 1,0 mg/l. Apabila melebihi, mengakibatkan :

- 1) Warna air menjadi kemerah merahan.
- 2) Memberi rasa tidak enak pada minuman.
- 3) Pembentukan endapan pada pipa logam dan bahan cucian.

c) Mangan (Mn) :

Kandungan mangan dalam air yang diperbolehkan :

0,05 -0,5 mg/l. Apabila melebihi mengakibatkan:

1. Meninggalkan noda kecoklatan pada pakaian
2. Kerusakan hati

d) Chlorida (Cl) :

Kandungan klorida yang diperbolehkan 200- 600 ppm dalam jumlah kecil dibutuhkan sebagai desinfektan, apabila berkaitan dengan ion natrium menimbulkan :

- 1) Rasa asin
- 2) Merusak pipa air

e) Sulfida (H₂S) :

Kandungan sulfida dalam air harus nol ppm, karena sangat beracun dan berbau busuk. Dalam jumlah besar dapat menimbulkan / memperbesar keasaman sehingga menyebabkan korosifitas pada pipa air.

f) Amonium (NH₄) :

Kandungan amonium dalam air harus nol ppm. Kandungan senyawa ini dapat menimbulkan bau yang sangat tajam dan menusuk hidung.

g) Nitrit (NO₂) :

Nitrit adalah senyawa kimia yang tergolong kimia beracun. Kandungan nitrit harus nol ppm. Adanya bahan kimia ini didalam air dapat menimbulkan terbentuknya methaemoglobin dalam darah sehingga menghambat perjalanan oksigen dalam tubuh.

Adapun syarat-syarat kimia air menurut Kusnaedi (2006), yaitu :

a) pH netral

Derajat keasaman air minum harus netral, tidak boleh bersifat asam maupun basa. Air yang mempunyai pH rendah akan terasa asam, contohnya adalah air gambut. Skala pH diukur dengan pH meter

atau kertas lakmus. Air murni mempunyai pH 7, apabila pH di bawah 7 berarti bersifat asam, sedangkan bila di atas 7 berarti bersifat basa (rasanya pahit).

b) Tidak mengandung bahan kimia beracun

Air yang berkualitas baik tidak mengandung bahan kimia beracun seperti sianida dan sulfida.

c) Tidak mengandung garam atau ion-ion logam

Air yang berkualitas baik tidak mengandung garam atau ion logam seperti Fe, Mg, Ca, K, Hg, Zn, Mn, Cl, Cr, dan lain-lain.

d) Kesadahan rendah

Tingginya kesadahan berhubungan dengan garam-garam yang terlarut di dalam air terutama garam Ca dan Mg.

e) Tidak mengandung bahan organik

Kandungan bahan organik dalam air dapat terurai menjadi zat-zat yang berbahaya bagi kesehatan. Bahan-bahan organik itu seperti NH_4 , H_2S , SO^{2-} , dan NO_3 .

3. Syarat Mikrobiologi

Persyaratan mikrobiologis yang harus dipenuhi oleh air adalah sebagai berikut :

- a. Tidak mengandung bakteri pathogen, misalnya bakteri golongan *coli*, *salmonellatyphi*, *vibrio cholera*, dan lain-lain. Kuman-kuman ini mudah tersebar melalui air.
- b. Tidak mengandung bakteri nonpatogen, seperti *actinomyces*, *phytoplankton coliform* dan lain-lain.

Air untuk keperluan minum harus bebas dari segala bakteri, terutama bakteri patogen (Notoadmodjo, 2007). Air tidak boleh mengandung suatu bibit penyakit. Penyakit-penyakit yang sering menular dengan perantaran air adalah penyakit-penyakit yang tergolong dalam golongan “Water Borne Diseases” yaitu:

- Cholera dan Paracholera Eltor
- Typhus abdominalis dan Paratyphus A, B, dan C
- Dysentria Bacillaris
- Hepatitis infectiosa
- Poliomyelitis anterior acuta
- Penyakit-penyakit karena cacing

Karena bibit penyakitnya keluar bersama feces penderita, maka disyaratkan air rumah tangga tidak boleh terkontaminasi feces manusia ataupun ternak. Sebagai petunjuk bahwa air telah terkontaminasi dengan feces manusia adalah adanya bakteri *Escherichia coli*, karena bakteri ini selalu terdapat dalam feces manusia baik berasal dari orang sakit maupun orang sehat.

4. Syarat Radioaktif

Di masyarakat yang semakin maju, keberadaan bahan radioaktif di dalam sumber air layak diwaspadai. Pencemaran zat radioaktif dalam badan air semakin berpeluang terjadi. Zat radioaktif ini mampu memancarkan sinar radioaktif (alfa, beta, gamma) yang dapat mempengaruhi sel tubuh manusia, hewan, dan tumbuhan.

B. Tinjauan Umum Tentang Sumur Gali

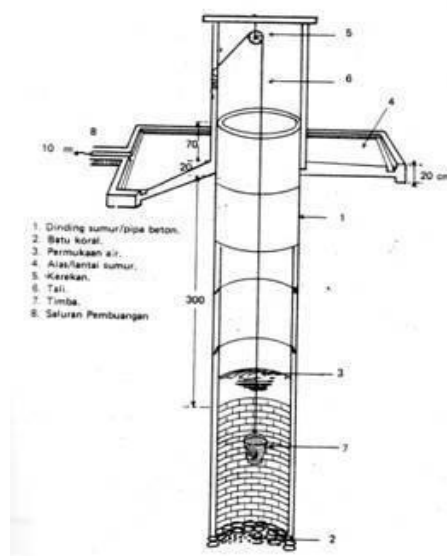
B.1. Pengertian

Sumur gali adalah salah satu sarana air bersih yang paling sederhana yang dibuat menggali tanah sampai pada kedalaman lapisan air tanah pertama dengan tingkat kedalaman 7-10 meter dari permukaan tanah (Sutanto, 2005). Sumur gali menyediakan air yang berasal dari lapisan tanah yang relatif dekat dari permukaan tanah, oleh karena itu dengan mudah terkena kontaminasi melalui rembesan. Umumnya rembesan berasal dari tempat buangan kotoran manusia kakus/jamban dan hewan, juga dari limbah sumur itu sendiri, baik karena lantainya yang tidak kedap air maupun dekat dengan sumber pencemar (Entjang, 2000).

Dilihat dari jenisnya sumur gali dibedakan menjadi dua:

a. Sumur gali terbuka

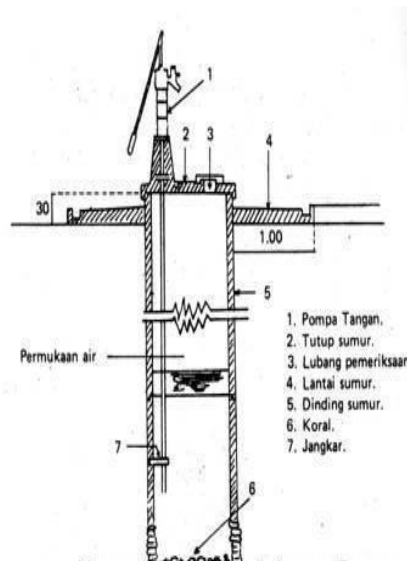
Sumur gali terbuka adalah sumur gali yang bentuk konstruksinya terbuka terdapat dinding, terbuat dari beton, bibir, lantai, serta teknik pengambilan airnya menggunakan timba (Mukono, 2002).



Gambar 2.1 Sumur Gali Terbuka
Sumber : Entjang, 2000

b. Sumur Gali Tertutup

Sumur gali tertutup adalah sumur glai yang bentuk konstruksinya tertutup dan teknik pengambilan airnya menggunakan pompa baik itu pompa tangan atau pompa listrik (sanyo) (mukono, 2002).



Gambar 2.2 Sumur Gali Tertutup
Sumber : Entjang ,2000

Pembuatannya sama dengan sumur gali tanpa pompa hanya disini air sumur diambil dengan mempergunakan pompa. Dalam hal ini kemungkinan pengotoran lebih sedikit karena sumur selalu tertutup. Pompa yang dipergunakan dapat dengan pompa tangan maupun listrik (Entjang, 2000).

1. **Jenis-Jenis Sumur Gali**

Sumur gali dapat dibedakan menurut cara membangunnya yaitu :

- a. Sumur gali permanen adalah sumur gali yang dibangun dengan pasangan batu permanen sebagai sumur air bersih atau air minum yang memenuhi syarat.
- b. Sumur gali semi permanen adalah sumur gali yang dibangun dengan sebagian pasangan batu.

2. Syarat-syarat sumur gali

Dalam rangka mencegah terkontaminasinya sumber air tanah dangkal yang dibuat yaitu sumur maka beberapa hal yang perlu diketahui dalam pembuatan sumur. Sumur gali yang baik harus memenuhi syarat:

a. Syarat lokasi

- 1) Untuk menghindari pengotoran yang harus diperhatikan adalah jarak sumur dengan kakus, lubang galian sampah, lubang galian untuk air limbah dan sumber-sumber pengotoran lainnya. Jarak ini tergantung pada keadaan tanah dan kemiringan tanah. Pada umumnya dapat dikatakan jaraknya tidak kurang dari 10 meter dan diusahakan agar letaknya tidak berada di bawah tempat-tempat sumber pengotoran.
- 2) Dibuat di tempat yang ada airnya dalam tanah.
- 3) Jangan dibuat di tanah rendah yang mungkin terendam bila banjir. (Entjang I. 2000).

b. Syarat konstruksi

Konstruksi sumur gali harus memenuhi syarat sebagai berikut :

- 1) Bibir sumur mempunyai tinggi minimal 1 meter dari permukaan tanah.
- 2) Mempunyai dinding sumur yang tingginya sekurang-kurangnya 3 meter dari permukaan tanah.
- 3) Dinding dan bibir sumur dibuat kedap air (disemen/dibeton) sesuai standar Nasional.
- 4) Lantai semen yang mengitari sumur mempunyai jarak tidak kurang dari 1 meter.
- 5) Lantai sekitar sumur tidak mengalami kerusakan atau keretakan yang memungkinkan air merembes masuk ke dalam sumur.

- 6) Mempunyai drainase atau saluran pembuangan air yang dibuat menyambung dengan parit agar tidak terjadi genangan air di sekitar sumur.
- 7) Timba yang digunakan untuk mengambil air itu tidak memungkinkan terkontaminasi dengan sumber pencemar lain, misalnya ditaruh di lantai.
- 8) Saluran pembuangan air berfungsi dengan baik.

C. Faktor yang Mempengaruhi Pencemaran Sumur Gali

Menurut Kusnopranto (1997) dalam (Marsono, 2009) ada beberapa faktor yang menyebabkan pencemaran pada sumur gali, yaitu :

1. Jenis sumber pencemar

Karakteristik limbah ditentukan oleh jenis sumber pencemar. Karakteristik limbah rumah tangga berbeda dengan karakteristik limbah jamban/*Septic tank* ataupun peternakan. Limbah jamban/*Septic tank* dan peternakan banyak mengandung bahan organik yang merupakan habitat bagi tumbuhnya mikroorganisme. Perbedaan karakteristik limbah mempunyai pengaruh yang berbeda pula terhadap kualitas bakteriologis air sumur gali.

- a. Jamban merupakan tempat yang aman dan nyaman untuk digunakan sebagai tempat buang air besar (STBM, 2009). Untuk mengurangi kontaminasi tinja terhadap lingkungan maka pembuangan kotoran manusia harus dikelola dengan baik, yaitu ditempat yang baik atau jamban sehat (Notoadmodjo, 2011). Dalam membuat jamban atau tempat pembuangan kotoran harus mempertimbangkan beberapa hal yaitu: tidak menjadi sumber penularan, tidak menjadi makanan dan sarang vektor penyakit, tidak menimbulkan bau busuk, tidak merusak keindahan, tidak menyebabkan/menimbulkan pencemaran kepada sumber-sumber air minum (Mubarak, 2009) .

- b. Kandang ternak juga termasuk dalam fasilitas yang dimiliki untuk rumah pedesaan maka harus dibuatkan kandang tersendiri (Notoadmodjo, 2011). Kandang adalah struktur atau bangunan di mana hewan ternak dipelihara. Kandang yang baik berfungsi sebagai tempat beristirahat dan beraktivitas, sebagai pengaman ternak dari hewan lain yang mengganggu, melindungi ternak dari sengatan matahari, basah karena hujan, tiupan angin yang kencang dan suhu dingin pada malam hari. Selain itu juga memudahkan tatalaksana pemeliharaan seperti pemberian pakan dan minum, kontrol kesehatan dan pengobatan ternak sakit, membantu memudahkan pengumpulan dan pembersihan kotoran (Kemendikbud, 2017). Sanitasi kandang yang perlu diperhatikan seperti jarak antara rumah dengan kandang minimal 10 meter, kandang harus terkena sinar matahari, aliran air limbah dari kandang tidak boleh mencemari tanah disekitarnya, pembuangan kotoran ternak harus dibuang kedalam lubang dan tertutup, dan tidak menjadi sarang serangga (Mundiatun, 2018).
- c. Selokan atau saluran air hujan merupakan sistem drainase mikro yang sistem saluran dan bangunan pelengkap drainase yang menampung dan mengalirkan air dari daerah tangkapan air hujan (*Catchment Area*) (Gunadarma, 2016). Dalam Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia No. 12 Tahun 2014 saluran air dibedakan menjadi dua yaitu terbuka dan tertutup.
- d. *Septic tank* merupakan cara dalam pembuangan ekskreta untuk rumah tangga maupun lembaga yang memiliki persediaan air yang mencukupi, tetapi tidak memiliki hubungan dengan sistem penyaluran limbah masyarakat (Chandra, 2012).
- e. Sungai adalah sistem pengaliran air mulai dari mata air sampai muara, dengan dibatasi kanan dan kirinya serta sepanjang pengalirannya oleh garis sempadan. Sungai berfungsi sebagai pengumpul curah hujan dalam suatu daerah tertentu dan

mengalirkannya ke laut (TS315, 2011). Dalam peraturan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air Dan Pengendalian Pencemaran Air dijelaskan klasifikasi dan kriteria mutu air yaitu :

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

2. Jumlah sumber pencemar

Semakin banyak sumber pencemar yang berada dalam jarak maksimal 10 meter, semakin besar pengaruhnya terhadap penurunan kualitas bakteriologis air sumur gali. Hal ini disebabkan karena semakin banyaknya bakteri yang mampu meresap ke dalam sumur.

3. Jarak sumber pencemar

Pola pencemaran air tanah oleh bakteri mencapai jarak + 11 meter. Pembuatan sumur gali yang berjarak kurang dari 11 meter dari sumber pencemar, mempunyai resiko tercemarnya air sumur

oleh perembesan air dari sumber pencemar.

4. Arah aliran air tanah

Pencemaran air sumur gali oleh bakteri koliform dipengaruhi arah aliran air tanah. Aliran tanah memberikan pengaruh secara terus menerus terhadap lingkungan di dalam tanah. Pergerakan aliran tanah akan mempengaruhi penyebaran pencemaran air (kodoatie, 2010).

5. Porositas dan permeabilitas tanah

Porositas dan permeabilitas tanah akan berpengaruh pada penyebaran bakteri koliform, mengingat air merupakan alat transportasi bakteri dalam tanah. Makin besar porositas dan permeabilitas tanah, makin besar kemampuan melewatkan air yang berarti jumlah bakteri yang dapat bergerak mengikuti aliran tanah semakin banyak.

6. Curah hujan

Air hujan mengalir di permukaan tanah dapat menyebarkan bakteri koliform yang ada di permukaan tanah. Meresapnya air hujan ke dalam lapisan tanah mempengaruhi Bergeraknya bakteri koliform di dalam lapisan tanah. Semakin banyak air hujan yang meresap ke dalam lapisan

tanah semakin besar kemungkinan terjadinya pencemaran. Pada musim hujan tingkat *Escherichia coli* meningkat hingga 700 koloni per 100 ml sampel air dibandingkan dengan musim kemarau karena kemungkinan kontaminasi air sumur dengan limbah *Septic tank*. Air dapat melarutkan berbagai bahan kimia yang berbahaya dan merupakan media tempat hidup berbagai mikroba, maka tidak mengherankan bila banyak penyakit menular melalui air.

7. Kontruksi / bangunan fisik sumur

Pembangunan sumur harus mengikuti standar kesehatan. Bangunan fisik sumur yang tidak memenuhi standar akan

mempermudah bakteri meresap dan masuk ke dalam sumur.

8. Jumlah Pemakai

Sebagaimana dinyatakan pada stratifikasi Puskemas bahwa jumlah pemakai sumur individu adalah 5 jiwa. Makin banyak jumlah pemakai sumur berarti semakin banyak air diambil dari sumur yang berarti berpengaruh juga terhadap merembesnya bakteri koliform ke dalam sumur. Banyaknya jumlah pemakai sumur juga mempengaruhi kemungkinan terjadinya pencemaran sumur secara kontak langsung antara sumber pencemar dengan air sumur, misalnya melalui ember atau tali timba yang digunakan.

9. Umur Sumur

Sumur yang telah digunakan cukup lama dan volume air yang diambil relatif banyak, menyebabkan aliran air tanah di sekitar sumur semakin mantap dan mendominasi. Selain itu sumber pencemar yang ada di sekitar sumur juga semakin banyak sejalan dengan perkembangan aktivitas manusia. Hal ini memberi peluang lebih besar terhadap merembesnya bakteri koliform dari sumber pencemar ke dalam sumur. Sumur yang digunakan dalam waktu yang relatif lama lebih besar kemungkinan mengalami pencemaran, karena selain bertambahnya sumber pencemar juga lebih mudahnya sumber pencemar merembes ke dalam sumur mengikuti aliran air tanah yang berbentuk memusat ke arah sumur.

10. Kedalaman permukaan air tanah

Kedalaman muka air tanah merupakan permukaan tertinggi dari air yang naik ke atas pada suatu sumuran. Ketinggian permukaan air tanah antara lain dipengaruhi oleh jenis tanah, curah hujan, penguapan, dan keadaan aliran terbuka (sungai). Kedalaman muka air tanah akan berpengaruh pada penyebaran bakteri koliform secara vertikal. Pencemaran tanah oleh bakteri secara vertikal dapat mencapai kedalaman 3 meter dari permukaan tanah.

11. Perilaku

Kebiasaan masyarakat membuat sumur tanpa bibir, bibir sumur tidak ditutup, mandi dan mencuci di pinggir sumur akan menyebabkan air bekas mandi dan cuci sebagian mengalir kembali ke dalam sumur dan menyebabkan pencemaran. Selain itu kebiasaan mengambil air sumur dan kebiasaan membuang kotoran manusia juga ikut mempengaruhi.

12. Kondisi fisik sumur

Kondisi fisik sumur adalah konstruksi bangunan dan sarana yang mendukung sanitasi sumur gali. Sumur yang tidak bercincin atau cincin tidak kedap air mudah mengalami kontaminasi oleh limbah dan juga dapat terkontaminasi oleh bakteri. Keadaan lain yang mendukung yaitu dinding sumur, genangan air dalam jarak 2 meter dan letak sumur mempengaruhi kandungan bakteriologis air sumur gali (Marsono, 2009)

13. Sanitasi SPAL (Saluran Pembuangan Air Limbah)

Dalam modul pembuatan SPAL sederhana dijelaskan Saluran Pembuangan Air Limbah (SPAL) adalah perlengkapan pengelolaan air limbah bisa berupa pipa atau pun selainnya yang dipergunakan untuk membantu air buangan dari sumbernya sampai ke tempat pengelolaan atau ke tempat pembuangan. Saluran Pembuangan Air Limbah (SPAL) merupakan sarana berupa tanah galian atau pipa dari semen atau pralon yang berfungsi untuk membuang air cucian, air bekas mandi, air kotor/bekas lainnya. Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 3 Tahun 2014 Mengenai Sanitasi Total Berbasis Masyarakat dijelaskan prinsip pengamanan limbah cair rumah tangga adalah Air limbah kamar mandi dan dapur tidak boleh tercampur dengan air dari jamban, Tidak boleh menjadi tempat perindukan vektor, Tidak boleh menimbulkan bau, Tidak boleh ada genangan yang menyebabkan lantai licin dan rawan kecelakaan, Terhubung

dengan saluran limbah umum/got atau sumur resapan.

D. Baku Mutu Air untuk Hygiene dan Sanitasi

Standar baku mutu kesehatan lingkungan untuk media Air untuk keperluan higiene sanitasi meliputi parameter fisik, biologi, dan kimia yang dapat berupa parameter wajib dan parameter tambahan. Parameter wajib merupakan parameter yang harus diperiksa secara berkala sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan, sedangkan parameter tambahan hanya diwajibkan untuk diperiksa jika kondisi geohidrologi mengindikasikan adanya potensi pencemaran berkaitan dengan parameter tambahan.

Air untuk keperluan higiene sanitasi tersebut digunakan untuk pemeliharaan kebersihan perorangan seperti mandi dan sikat gigi, serta untuk keperluan cuci bahan pangan, peralatan makan, dan pakaian. Selain itu air untuk keperluan higiene sanitasi dapat digunakan sebagai air baku air minum.

Berikut adalah parameter fisik, biologi, dan kimia dalam standar baku mutu kesehatan lingkungan untuk media air untuk keperluan higiene sanitasi menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 tentang standar baku mutu kesehatan lingkungan dan persyaratan kesehatan air untuk keperluan higiene sanitasi, kolam renang, solus per aqua, dan pemandian umum.

Tabel 2.3 Standar baku mutu air untuk keperluan higiene sanitasi

No.	Parameter wajib	Unit	Standar Baku Mutu (kadar maksimum)
Parameter Fisik			
1.	Kekeruhan	NTU	25
2.	Warna	TCU	50
3.	Zat padat terlarut (Total dissolved solid)	mg/l	1000
4.	Suhu	°C	Suhu udara ± 3
5.	Rasa		Tidak berasa

6.	Bau		Tidak berbau
Parameter Biologi			
No.	Parameter wajib	Unit	Standar Baku Mutu (kadar maksimum)
1.	Total coliform	CFU/100 ml	50
2.	<i>Escherichia coli</i>	CFU/100 ml	0
Parameter Kimia			
No.	Parameter	Unit	Standar Baku Mutu (kadar maksimum)
Wajib			
1.	pH	mg/l	6,5 - 8,5
2.	Besi	mg/l	1
3.	Fluorida	mg/l	1,5
4.	Kesadahan (CaCO ₃)	mg/l	500
5.	Mangan	mg/l	0,5
6.	Nitrat, sebagai N	mg/l	10
7.	Nitrit, sebagai N	mg/l	1
8.	Sianida	mg/l	0,1
9.	Deterjen	mg/l	0,05
10.	Pestisida total	mg/l	0,1
Tambahan			
1.	Air raksa	mg/l	0,001
2.	Arsen	mg/l	0,05
3.	Kadmium	mg/l	0,005
4.	Kromium (valensi 6)	mg/l	0,05
5.	Selenium	mg/l	0,01
6.	Seng	mg/l	15
7.	Sulfat	mg/l	400
8.	Timbal	mg/l	0,05
9.	Benzene	mg/l	0,01
10.	Zat organik (KMNO ₄)	mg/l	10

Sumber: Per MenKes RI Nomor 32 Tahun 2017

E. Tinjauan Umum Tentang Bakteri *E. coli* dalam Air

E.1. Pengertian Bakteri *Escherichia Coli*

Menurut WHO (2018) bakteri *Escherichia coli* adalah bakteri yang biasa ditemukan di usus manusia dan hewan berdarah panas. *Escherichia coli* adalah bakteri yang biasanya merupakan bagian penting dari saluran pencernaan manusia dan hewan yang sehat.

Sedangkan menurut Irianto (2013) *Escherichia coli* adalah suatu bakteri gram negatif berbentuk batang, bersifat anaerobik fakultatif, dan mempunyai flagela peritrika. *Escherichia coli* dibedakan atas sifat serologinya berdasarkan antigen O (*somatik*), K (*kapsul*), dan H (*flagella*).

Escherichia coli adalah salah satu bakteri yang tergolong koliform dan hidup secara normal didalam kotoran manusia maupun hewan, oleh karena itu disebut juga *koliform fekal*. Bakteri koliform lainnya berasal dari hewan dan tanaman mati dan disebut *koliform nonfekal*, misalnya *Enterobakteri aerogenes*, *Escherichia coli* adalah grup koliform yang mempunyai sifat dapat memfermentasi laktose dan memproduksi asam dan gas pada suhu 37° C amupun suhu 44.5 + 0.5°C dalam waktu 48 jam. Sifat ini digunakan untuk membedakan bakteri *Escherichia coli* dari *Enterobacter*, karena *Enterobacter* tidak dapat membentuk gas dari laktose pada suhu 44.5+0.5°C. *Escherichia coli* adalah bakteri yang termasuk dalam famili *Enterobacteriaceae*, bersifat gram negatif, berbentuk batang dan tidak membentuk spora (Fardiaz, 2012)

Namun, ada beberapa jenis *Escherichia coli* yang berbahaya dan bisa menyebabkan penyakit. Jenis infeksi *Escherichia coli* yang paling umum yang menyebabkan penyakit pada orang disebut *Escherichia coli* O157, yang menghasilkan racun yang dikenal dengan *Shiga-toxin*. Gejala infeksi pada kuman ini termasuk diare berair atau berdarah, demam, kram perut, mual, dan muntah. Penyakitnya bisa ringan hingga parah. Anak-anak muda lebih cenderung mengalami masalah parah dengan *Escherichia coli* O157 termasuk gagal ginjal dan bahkan bisa meninggal akibat infeksi *Escherichia coli* O157 (CDC, 2015).

1. Penyakit Akibat Bakteri *Escherichia Coli*

Berdasarkan jenis penyakit yang ditimbulkan, bakteri *Escherichia coli* (*E. coli*) dikelompokkan menjadi 4 strain, yaitu:

a. *Enteropathogenic Escherichia Coli* (EPEC)

Bakteri *Escherichia coli* ini menyerang manusia khususnya pada bayi. EPEC melekatkan diri pada sel mukosa kecil. Faktor yang diperantarai oleh kromosom akan menimbulkan pelekatan yang kuat. Pada usus halus, bakteri ini akan membentuk koloni dan menyerang pili sehingga penyerapannya terganggu. Akibatnya adalah adanya diare cair yang biasanya sembuh diri tetapi dapat juga menjadi kronik. EPEC sedikit fimbria, ST dan LT toksin, tetapi EPEC menggunakan adhesin yang dikenal sebagai intimin untuk mengikat inang sel usus. Sel EPEC bersifat infasif (jika memasuki sel inang) akan menyebabkan radang.

b. *Enterotoxigenic Escherichia coli*(ETEC)

Bakteri *Escherichia coli* dengan strain tersebut dapat memproduksi 2 racun, yaitu racun stabil dan racun labil. Racun stabil tahan terhadap panas (maksimal 800C) namun racun labil tidak tahan terhadap panas (maksimal 400C). Racun-racun tersebut dapat menimbulkan diare dan nyeri perut. Faktor kolonisasi ETEC yang spesifik untuk menimbulkan pelekatan ETEC pada sel epitel usus kecil. Lumen usus terengang oleh cairan dan mengakibatkan hipermotilitas serta diare, dan berlangsung selama beberapa hari. Beberapa strain ETEC menghasilkan eksotosin tidak tahan panas. Profilaksis antimikroba dapat efektif tetapi bisa menimbulkan peningkatan resistensi antibiotik pada bakteri, mungkin sebaiknya tidak dianjurkan secara umum. Ketika timbul diare, pemberian antibiotik dapat secara efektif mempersingkat lamanya penyakit. Diare tanpa disertai demam ini terjadi pada manusia, babi, domba, kambing, kuda, anjing, dan sapi. ETEC

menggunakan fimbrial adhesi (penonjolan dari dinding sel bakteri) untuk mengikat sel – sel enterosit di usus halus.

c. *Enteroinvasive Escherichia coli* (EIEC)

Strain tersebut dapat menimbulkan penyakit diare disertai mual, pusing, bahkan kehilangan kesadaran. Menyebabkan penyakit yang sangat mirip dengan shigellosis. Memproduksi toksin Shiga, sehingga disebut juga Shiga-toxin producing strain (STEC). Toksin merusak sel endotel pembuluh darah, terjadi pendarahan yang kemudian masuk ke dalam usus. EIEC menimbulkan penyakit melalui invasinya ke sel epitel mukosa usus.

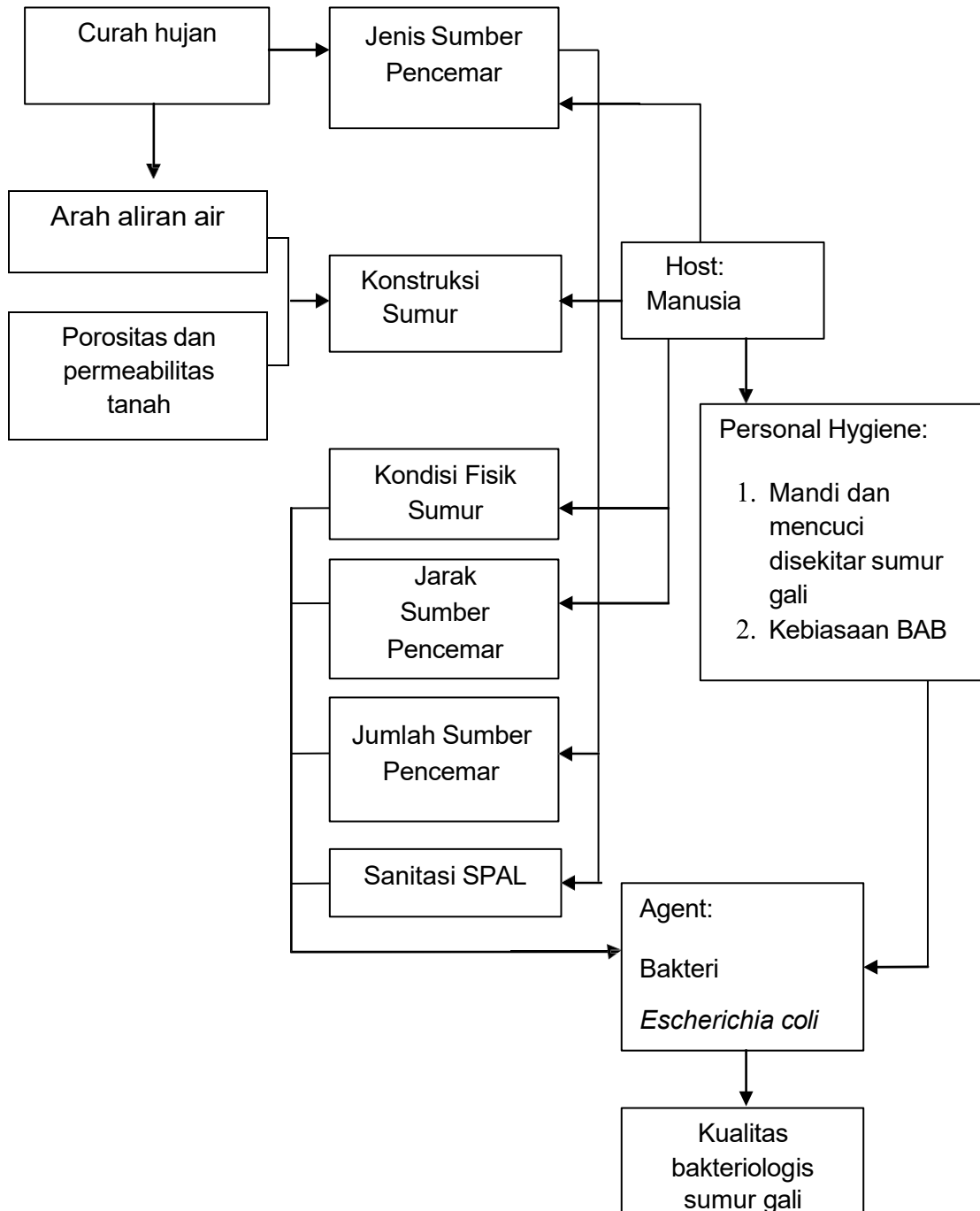
d. *Enterohaemorrhagic Escherichia coli* (EHEC)

Bakteri *Escherichia coli* dengan strain tersebut memiliki *Vero Cytotoxin* yang dapat menimbulkan diare berdarah atau *Haemorrhagic Collitis* (HC) dan *Haemolytic Uremic Syndrome* (HUS). Terdapat sedikitnya dua bentuk antigenik dari toksin. EHEC berhubungan dengan kolitis hemoragik, bentuk diare yang berat dan dengan sindroma uremia hemolitik, suatu penyakit akibat gagal ginjal akut, anemia hemolitik mikroangiopatik, dan trombositopenia. Banyak kasus EHEC dapat dicegah dengan memasak daging sampai matang. Diare ini ditemukan pada manusia, sapi, dan kambing.

e. *Escherichia coli Enteroagregatif* (EAEC)

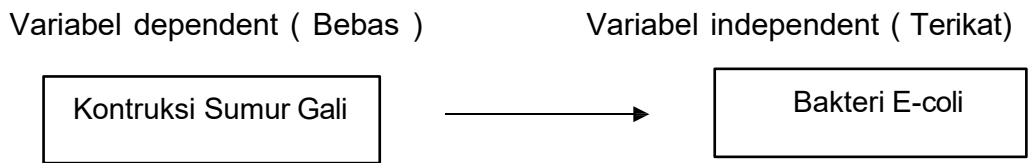
Menyebabkan diare akut dan kronik pada masyarakat di Negara berkembang. Bakteri ini ditandai dengan pola khas pelekatannya pada sel manusia. EAEC memproduksi hemolisin dan ST enterotoksin yang sama dengan ETEC (Soemarno, 2000).

F. Kerangka Teori



Gambar 1 : Syarat-syarat yang mempengaruhi kualitas Air Sumur Gali
 Sumber: Teori Segitiga Epidemiologi (Notoadmodjo, 2011)

G. Kerangka Konsep



Gambar 2 : Kerangka konsep Penelitian

H. Defenisi Operasional

Tabel 2.4 Definisi Operasional Pemeriksaan Bakteri Escherichia Coli Pada Air Sumur Gali di Desa Saewe Tahun 2025

Variabel	Definisi Operasional	Parameter	Alat Ukur / Metode	Skala Data	Hasil Ukur
Kualitas Bakteriologis Air Sumur Gali	Kondisi air sumur gali yang ditentukan berdasarkan ada atau tidaknya bakteri Escherichia coli pada sampel air .	Peraturan Menteri Kesehatan no 32 tahun 2017 Bakteri Escherichia coli CFU/ 100 ml adalah 0	Pemeriksaan laboratorium (uji metode membran filtrasi)	Nominal	1 = Memenuhi syarat: E. coli = 0/100 ml 0 = Tidak memenuhi syarat: E. coli \geq 1/100 ml
Konstruksi Sumur Gali	Konstruksi sumur gali berperan dalam terkontaminasi atau tidaknya air sumur gali, baik dari luar maupun dari dalam sumur	Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.736/ MENKES/PER/VI/2010 Konstruksi bangunan dan sarana yang mendukung sanitasi sumur gali tidak memiliki peluang untuk tercemar	Observasi dan wawancara masyarakat	Nominal	1= Memenuhi syarat bila jumlah jawaban " Ya" < 25% 0 = Tidak memenuhi syarat , bila "Ya" >25%
Escherichia coli (E. coli)	Bakteri indikator pencemaran tinja pada air yang menunjukkan adanya kontaminasi fekal dan berpotensi menimbulkan penyakit	Peraturan Menteri Kesehatan no 32 tahun 2017 Bakteri Escherichia coli CFU/ 100 ml adalah 0	Hasil uji laboratorium	Nominal	1 = Ditemukan E. coli → Tidak memenuhi syarat 0 = Tidak ditemukan E. coli → Memenuhi syarat

I. Hipotesis

Dalam penelitian kuantitatif, hipotesis biasanya dibagi menjadi dua :

1. Hipotesis Nol (H_0):

Tidak terdapat hubungan kontruksi sumur gali (cincin ,bibir dan lantai kedap air) dengan kandungan bakteri Escherichia coli pada air sumur gali

2. Hipotesis Alternatif (H_1):

Terdapat hubungan kontruksi sumur gali (Cicin sumur, bibir sumur dan lantai kedap air) dengan kandungan bakteri Escherichia coli pada sumur gali

