

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Air Bersih

1. Pengertian Air Bersih

Dalam Peraturan Menteri Kesehatan No. 416 tahun 1990 dijelaskan air bersih adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya memenuhi syarat kesehatan dan dapat diminum apabila telah dimasak. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan nomor 32 tahun 2017 isu yang muncul akibat perkembangan lingkungan yaitu perubahan iklim salah satunya menyangkut media lingkungan berupa air antara lain pola curah hujan berubah-ubah. Hal ini menyebabkan berkurangnya ketersediaan air bersih untuk keperluan higiene sanitasi.

2. Sumber Air Bersih

Air adalah sangat penting bagi kehidupan manusia. Manusia akan lebih cepat meninggal karena kekurangan air daripada kekurangan makanan. Dalam tubuh manusia itu sebagian besar terdiri dari air. Tubuh orang dewasa, sekitar 55-60% berat badan terdiri dari air, untuk anak-anak sekitar 65%, dan untuk bayi sekitar 80% (Notoadmodjo, 2011).

Dalam Suyono (2011) dijelaskan sumber air sesuai dengan siklus air di bumi ada empat yaitu:

a. Air angkasa

Air angkasa atau air hujan adalah sumber air yang tertentu akibat proses penguapan air dipermukaan bumi oleh panas matahari. Uap air ini

akan naik keatas sampai pada ketinggian tertentu sampai tercapainya persamaan temperatur dengan udara sekitarnya. Beberapa sifat atau karakteristik air hujan yaitu:

- 1) Bersifat lunak, oleh sebab itu disebut air lunak (*soft water*).
- 2) Air hujan yang asli belum tercemar bakteri maupun material lainnya oleh sebab itu air hujan disebut air murni.
- 3) Tidak mengandung mineral karena proses penguapan tidak membawa materi mineral, adapun setelah turunk ke bumi mengandung mineral terjadi karena kontak dengan udara yang mengandung debu mineral.
- 4) Mengandung/membawa beberapa jenis gas yang terlarut di udara antara lain CO_2 agresif, NH_3 dan bakteri tertentu
- 5) Pada musim hujan debit airnya cukup besar dan melimpah ruah, sebaliknya pada musim kemarau tidak demikian, debitnya tidak tetap/kontinu

Kelima sifat tersebut diatas dapat dikatakan sebagai kelemahan dari air hujan, sehingga penggunaannya untuk air minum dianjurkan hanya dalam keadaan terbatas dan merupakan alternatif terakhir apabila tidak adalagi sumber air lainnya yang lebih baik. Air hujan sendiri bersifat asam akan bersifat korosif (mengaratkan logam), air hujan yang mengandung sulfur lemah yang berakibat iritasi pada kulit dan lambung dan akan merusak benda-benda antik (patung pualam, patung daro logam) serta dapat membunuh tumbuhan. Pemanfaatan air hujan untuk keperluan sehari-hari dengan menggunakan penampungan air hujan(PAH).

b. Air Permukaan

Air hujan yang jatuh ke permukaan tanah akan melalui dua proses yaitu:

- 1) Mengalir di permukaan tanah membentuk/mengisi genangan air yang besar disebut danau, atau mengalir ke tempat yang lebih rendah melalui saluran yang disebut sungai kemudian akan berakhir di laut. Sumber air ini adalah danau, sungai dan laut disebut sumber air permukaan (*surface water*).
- 2) Meresap kedalam tanah membentuk pusat resapan air tanah.

Kualitas air permukaan umumnya tidak bau, kotor, berbau dan berasa karena banyak dicemari berbagai bahan pencemar baik bakteriologis maupun kimiawi. Untuk dapat memanfaatkan air permukaan ini biasa digunakan alat penjernih yang disebut saringan pasir cepat (*rapid sand filter*) dan saringan pasir lambat (*slow sand filter*). Saringan pasir cepat biasa digunakan skala besar oleh PDAM, sedangkan saringan pasir lambat digunakan skala kecil oleh masyarakat atau rumah tangga.

c. Air tanah

Air hujan yang meresap kedalam tanah disebut *infiltrasi*. Air yang mengalir kedalam tanah ada yang kembali ke permukaan tanah membentuk mata air kemudian mengalir ke sungai, danau dan laut. Aliran air ini disebut *interflow*. Air yang tersimpan didalam tanah disebut air tanah (*ground water*). Air tanah ini tersimpan diantara batu-batuan kedap air (*impermeable*) atau pada lapisan batuan tidak kedap air (*permeable*,

poreus), atau tersimpan dalam lapisan tanah.

Ada dua jenis air tanah yaitu air tanah dangkal dan air tanah dalam. Disebut air tanah dangkal karena muka airnya (*water level*) dangkal antara 2- 10 meter. Air tanah dangkal ini terletak antara lapisan batuan kedap air dengan permukaan tanah. Air tanah dangkal tersebar pada lapisan tanah lempung atau tanah poreus berpasir. Air tanah dangkal dapat diambil langsung melalui penggalian seperti sumur gali (*dug well*) atau pengeboran dangkal. Jenis sumurnya disebut sumur dangkal (*shallow well*).

Air tanah dalam muka airnya lebih dari 10 meter, jenis sumurnya dinamakan sumur air dalam (*deep well*). Air tanah dalam ini umumnya tersebar dalam lapisan akuifer. Lapisan akuifer adalah susunan suatu batuan yang menyimpan/menangkap air tanah, terdiri dari akuifer bebas (*unconfined aquifer*) dan akuifer tertekan (*confined aquifer*).

Akuifer bebas menyimpan air tanah dipengaruhi oleh tekanan atmosfer, sedangkan pada akuifer tertekan yang tertekan yang terapat oleh lapisan impermeabel tidak dipengaruhi oleh tekanan atmosfer sehingga tekanannya lebih besar. Tekanan air pada akuifer tertekan dipengaruhi gaya berat itu sendiri. Kekuatan tekanan pada akuifer ditentukan oleh garis piezometrik (*piezometric level*). Garis piezometrik adalah garis imajiner yang menunjukkan garis tekanan air yang masih dapat naik ke permukaan tanah. Sumur artesis adalah sumur bor yang airnya keluar permukaan tanah tanpa dipompa karena aliran air keluar masih dibawah garis piezometrik. Artesis ada dua macam artesis alami dan

buatan. Artesis alami terjadi dengan sendirinya karena kuatnya tekanan air dari kedalaman tertentu yang menebus batuan keras untuk memancar ke permukaan tanah, artesis buatan terjadi akibat penggalian atau pengeboran sumur dalam.

d. Mata Air

Mata air sebenarnya adalah air tanah yang keluar ke permukaan bumi, mata air tidak memancar ke atas seperti artesis. Ada dua macam mata air yaitu mata air gravitasi (*gravity spring*) dan mata air artesis (*artesis spring*). Mata air gravitasi terjadi akibat tekanan dari lapisan akuifer bebas, besar debit airnya tergantung dari musim, bila musim hujan debitnya besar dan sebaliknya kalau musim kemarau.

Mata air artesis terjadi akibat tekanan dari lapisan akuifer tertekan sehingga debit airnya tidak terpengaruh musim (debitnya relatif tetap sepanjang tahun). Pemanfaatan mata air dengan menggunakan sarana perlindungan mata air (PMA).

3. Penyediaan Air Bersih

Kebutuhan manusia akan air sangat kompleks antara lain untuk minum, masak, mandi, mencuci (bermacam-macam cucian), dan sebagainya. Menurut perhitungan WHO di negara-negara maju setiap orang memerlukan air antara 60-120 liter perhari. Sedangkan di negara-negara berkembang, termasuk Indonesia setiap orang memerlukan air antara lain 30-60 liter per hari. Diantara kegunaan-kegunaan air tersebut yang sangat penting adalah kebutuhan untuk minum (Notoatmodjo, 2011).

Pemenuhan kebutuhan air harus memenuhi dua syarat yaitu kuantitas dan kualitas.

a. Syarat Kuantitatif

Syarat kuantitatif adalah jumlah air yang dibutuhkan setiap hari tergantung kepada aktivitas dan tingkat kebutuhan. Secara kuantitas di Indonesia diperkirakan kebutuhan air bersih sebagai berikut:

Tabel 2.1 Keperluan air per orang per hari

Keperluan	Air yang dipakai
Minum	2,0 liter
Memasak, kebersihan dapur	14,5 liter
Mandi, kakus	20,0 liter
Cuci pakaian	13,0 liter
Air wudhu	15,0 liter
Air untuk kebersihan rumah tangga	32,0 liter
Air untuk menyiram tanam-tanaman	11,0 liter
Air untuk mencuci kendaraan	22,5 liter
Air untuk keperluan lain-lain	20,0 liter
Jumlah	150,0 liter

Sumber: Wardhana (2009)

b. Syarat Kualitatif

Syarat kualitas meliputi parameter fisik, kimia, radioaktivitas, dan mikrobiologis yang memenuhi syarat kesehatan menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI 416/Menkes/Per/IX/1990 tentang syarat-syarat dan pengawasan kualitas air.

c. Parameter fisik

Air yang memenuhi persyaratan fisik yaitu air yang tidak berbau, tidak beras, tidak berwarna, tidak keruh atau jernih, dan dengan suhu dibawah suhu udara, serta memiliki jumlah zat padat terlarut (TDS) yang

rendah.

d. Parameter mikrobiologis

Sumber air yang ada di alam pada umumnya mengandung bakteri. Jumlah dan jenis bakteri berbeda sesuai dengan tempat dan kondisi yang mempengaruhinya. Oleh karena itu, air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari harus bebas dari bakteri patogen. Bakteri golongan koliform merupakan indikator dari pencemaran air oleh bakteri patogen.

e. Parameter radioaktivitas

Air yang memiliki bentuk radioaktivitas dalam bentuk apapun memiliki efek yang sama, yaitu menimbulkan kerusakan pada sel yang terpapar. Kerusakan tersebut dapat berupa kematian sel dan perubahan komposisi genetik.

f. Parameter kimia

Air yang baik dari segi parameter kimia adalah air yang tidak tercemar secara berlebihan oleh zat-zat kimia yang berbahaya bagi kesehatan antara lain air raksa (Hg), Aluminium (Al), Arsen (As), Barium (Ba), Besi (Fe), Fluorida (F), Kalsium (Ca), derajat kesamaan (pH), dan zat kimia lainnya. Air sebaiknya dalam keadaan netral (tidak asam dan tidak basa) untuk mencegah terjadinya pelarutan logam berat dan korosi jaringan distribusi air. pH yang dianjurkan untuk air bersih adalah 6,5-9 (Alamsyah, 2013).

Bersih tidak sama dengan steril, steril adalah tidak mengandung bahan kimia maupun biologis/bakteriologis. Air bersih masih mengandung bahan kimia dan bakteri yang tidak berbahaya misalnya mineral, beberapa bakteri apatogen/saprofit. Setiap rumah idealnya memiliki sumur sendiri,

atau bila dengan sumur umum konstruksinya harus memenuhi syarat kesehatan, jangan sampai tercemar air limbah atau tinja. (Suyono, 2011).

B. Pencemaran Air

1. Pengertian Pencemaran Air

Pencemaran air dalam Peraturan Pemerintah RI No. 82 tahun 2001 adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan atau komponen lain ke dalam air dan atau berubahnya tatanan air oleh kegiatan manusia, sehingga kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air tidak dapat berfungsi lagi sesuai peruntukannya.

2. Penyebab Pencemaran Air Bersih

Menurut Suyono (2011) Pencemaran air (*water polution*) terjadi oleh karena beberapa penyebab berikut:

- a. Pencemar bakteriologis / mikrobiologis (*bacteriological / microbiological pollutant*)
- b. Pencemar karena bahan padat terlarut atau tersuspensi (*suspended / dissolved pollutant*)
- c. Pencemar kimiawi (*chemical pollutant*)
- d. Pencemar fisik karena efek tingginya temperatur air (*thermal water pollutant*)

Indikator tercemarnya sumber air atau badan-badan air ditunjukkan dengan adanya perubahan kualitas disebabkan oleh peningkatan jumlah beberapa parameter unsur tertentu dari standar yang ditetapkan. Pencemaran air tanah oleh bakteri dari sumber pencemar dapat mencapai jarak 11 meter

searah aliran tanah.

Untuk hal tersebut maka pembuatan sumur pompa atau gali harus berjarak minimal 11 meter dari sumber pencemar bakteriologis. Pencemaran secara kimiawi dapat mencapai 95 meter sesuai arah aliran air. Untuk hal tersebut maka pembuatan sumur pompa atau sumur gali harus berjarak 95 meter dari sumber pencemar kimiawi. Berikut ini dapat diketahui tingkat yang mencemari tanah dan sumber air, baik pencemar bakteriologis maupun pencemar kimiawi. Indikator utama pencemar air adalah meningkatnya angka BOD (Biochemical Oxygen Disolved) dan menurunnya angka DO (Dissolved Oxygen) dalam air tersebut. Untuk badan air yang belum tercemar nilai BOD nya maksimal 3 mg/l.

C. Pengaruh Air terhadap Kesehatan

Penggunaan air yang tidak memenuhi persyaratan dapat menimbulkan gangguan kesehatan. Gangguan kesehatan tersebut dapat berupa penyakit menular maupun tidak menular. Penyakit umumnya disebabkan oleh mahluk hidup dan penyakit tidak menular umumnya bukan disebabkan oleh mahluk hidup. Penyakit menular yang disebarkan oleh air secara langsung diantara masyarakat disebut bawaan air (*waterborne disease*). Hal ini dapat terjadi karena air merupakan media yang baik tempat bersarangnya bibit penyakit/*agent* (Mulia, 2005).

Agen penyakit bawaan air mencakup virus, bakteri, parasit, dan zat kimia. Agen virus bawaan air dan penyakit yang ditimbulkannya antara lain, *virus poliomiелitis* (polio) dan *virus hepatitis A* (hepatitis). Bakteri bawaan air dan

penyakit yang ditimbulkannya antara lain, *Escherichia coli*, *salmonella typhi* (demam tifoid), *shigella spp.* (sigelosis atau disentri basiler amuba), *giardia lamblia* (giardiasis), dan *cryptosporidium parvum* (kriptosporidiosis) (McKenzie, 2007).

Tabel 2.2 Penyakit menular melalui air

Jenis Mikroba	Penyakit
Virus: Rota Virus Virus Hepatitis A Virus Poliomyelitis	Diare, terutama pada anak-anak Hepatitis A Poliomyelitis
Bakteri: Vibrio cholerae Eschericia coli Salmonella typhi Salmonella paratyphi Shigella dysentriae	Cholerae Diare/dysentri Typhus abdominale Patrathypus Dysentieri
Protozoa Entamoeba histolytica Balantidia coli Giardia lamblia	Dysentieri amoeba Balantidiasis Giardiasis
Metazoa Ascaris lumbricoides Clonochis sinensis Diphylobothrium latum Tawenia saginata/solium Schistosoma	Ascaris Clonorchiasis Diphylobothriasis Taeniasis Schistosomiasi

Sumber: Wardhana (2009)

Dalam hal ini ada 4 macam cara di mana penyediaan air dapat mempengaruhi transmisi penyakit dari seseorang ke orang lainnya.

1. *Waterborne mechanisme*

Waterborne disease adalah penyakit yang ditransmisikan bila organisme penyebab penyakitnya (patogen) yang berada di dalam air terminum oleh orang atau hewan sehingga menimbulkan infeksi. *Waterborne disease* ini dalam kenyataannya dapat disebarkan tidak hanya lewat air, tetapi juga

melewati setiap sarana yang memungkinkan bahan tinja untuk memasuki mulut (jalur *fecal oral*), misalnya lewat makanan yang terkontaminasi. *Waterborne disease* meliputi penyakit-penyakit: tifoid, kholera, disentri amuba/basiler dan hepatitis infeksiosa.

2. *Waterwashed mechanisme*

Cara penularan penyakit ini berkaitan erat dengan air bagi kebersihan umum alat-alat terutama alat-alat dapur dan makan dan kebersihan perorangan. Tersedianya air bersih dalam kuantitas yang memadai akan memperbaiki kondisi higiene dan kebersihan perseorangan sehingga mengurangi kemungkinan timbulnya infeksi penyakit menular.

3. *Water-based mechanisme*

Penyakit ini dalam siklusnya memerlukan penjamu (host) perantara yang hidup di air, misalnya siput air. Penyakit jenis ini disebabkan oleh cacing parasit yang tergantung pada pejamu perantaranya untuk melengkapi siklus kehidupannya.

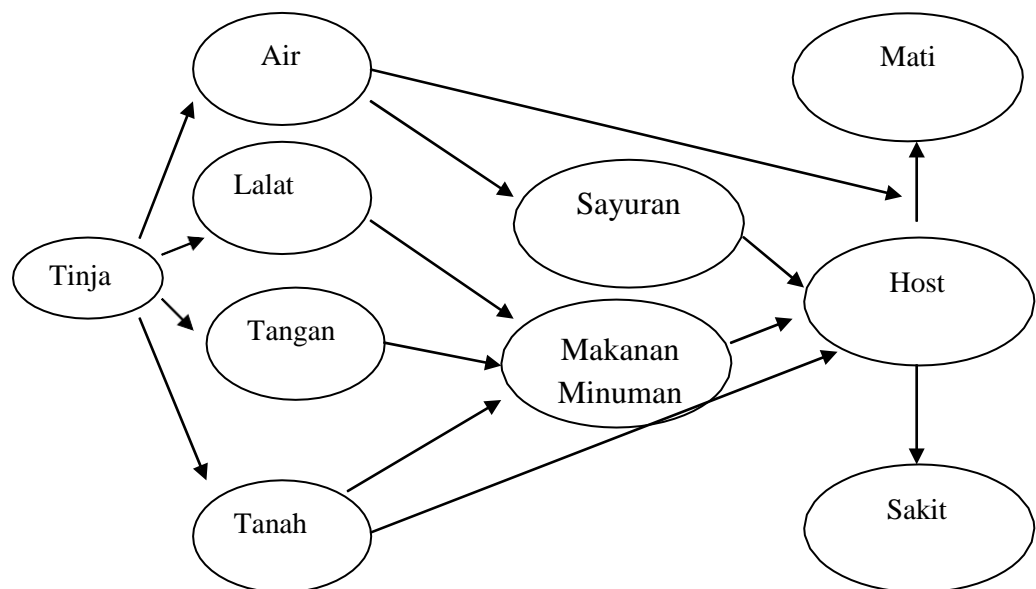
4. *Water-related insect vector mechanisme*

Disini penyakit tersebar melalui insekta yang berkembang baik di dalam air atau menggigit di dekat air. Beberapa penyakit yang disebabkan oleh insekta ini adalah: malaria, dengue, yellow fever, filariasis.

Berikut ini dapat diketahui tingkat yang mencemari tanah dan sumber air, baik pencemaran bakteriologis maupun pencemaran kimiawi:

- a. Pencemaran air tanah oleh bakteri dari sumber pencemar dapat mencapai jarak 11 meter searah aliran air tanah. Untuk hal tersebut maka pembuatan sumur pompa atau sumur gali harus berjarak minimal

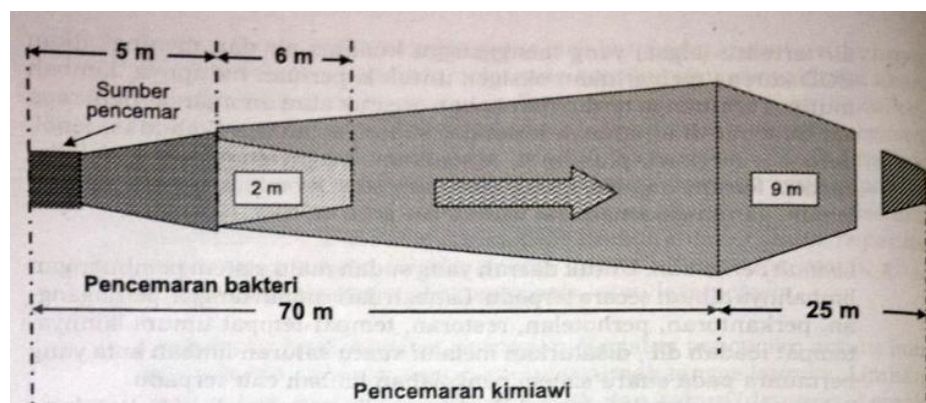
11 meter dari sumber pencemar bakteriologis. Pencemaran bakteriologis berasal dari limbah kotoran manusia karena berpotensi besar menularkan penyakit kepada orang lain.



Gambar 2.1 Skema penularan penyakit dari tinja.

Sumber: Sutrisno, 2009

- b. Pencemaran secara kimiawi dapat mencapai jarak 95 meter sesuai arah aliran air. Oleh karena itu pembuatan sumur pompa atau sumur gali harus berjarak minimal 95 meter dari sumber pencemar kimiaw



Gambar 2.2 Jarak pencemar bakteriologis dan kimiawi di dalam tanah

Sumber: Suyono, 2011

D. Sumur Gali

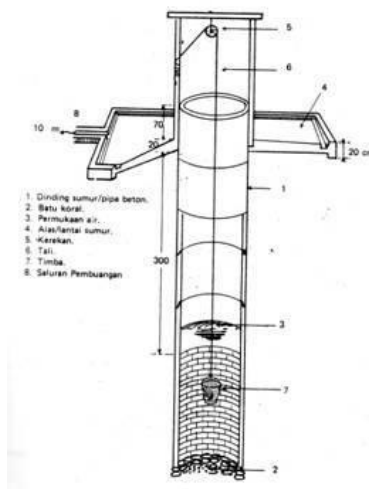
1. Pengertian Sumur Gali

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

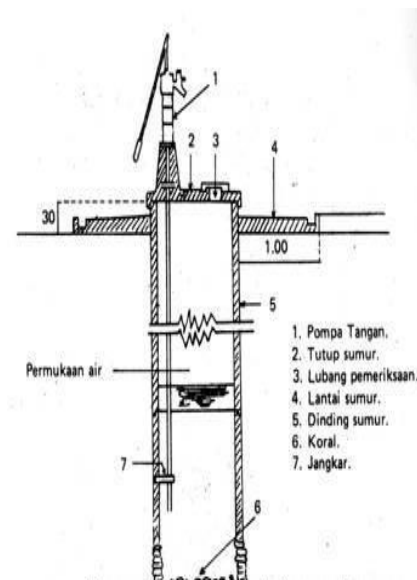
Sumur gali terbuka adalah sumur gali yang bentuk konstruksinya terbuka terdapat dinding, terbuat dari beton, bibir, lantai, serta teknik pengambilan airnya menggunakan timba (Mukono, 2002).



Gambar 2.3 Sumur Gali Terbuka
Sumber: Entjang, 2000

b. Sumur gali tertutup

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



Gambar 2.4 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).

2. Persyaratan sumur

a. Syarat lokasi

- 1) Berjarak 15 meter dan terletak lebih tinggi dari sumber pencemaran seperti kakus, kandang ternak, tempat sampah, dan sebagainya (Chandra, 2012).

2) Jangan dibuat di tanah rendah yang mungkin terendam bila banjir (hujan) (Entjang, 2000).

b. Syarat konstruksi

1) Dinding sumur 3 meter dalamnya dari permukaan tanah dibuat dari tembok yang tak tembus air (di semen) agar perembesan air tak terjadi dari lapisan ini, sebab tanahnya mengandung bakteri.

2) 1½ meter dinding berikutnya (sebelah bawahnya) dibuat dari bata yang tidak ditembok, untuk bidang perembesan dan agar bila ditimba dinding sumur tidak runtuh.

3) Kedalaman sumur dibuat sampai mencapai lapisan tanah yang mengandung air cukup banyak walaupun pada musim kemarau.

4) Diatas tanah dibuat dinding tembok yang kedap air, setinggi minimal 70 cm, untuk mencegah pengotoran dari air permukaan dan untuk keselamatan.

5) Lantai sumur ditembok (kedap air) \pm 1½ meter lebarnya dari dinding sumur, dibuat miring dan ditinggikan 20 cm diatas permukaan tanah, bentuknya bulat atau segi empat. Bagian dasar sumur diberi kerikil agar airnya tidak keruh bila ditimba.

6) Permukaan tanah disekitar bangunan sumur dibuat miring untuk memudahkan pengeringan.

7) Saluran pembuangan air limbah dari sekitar sumur dibuat dari tembok yang kedap air dan panjangnya sekurang-kurangnya 10 meter (Entjang, 2000).

3. Faktor Yang Mempengaruhi Pencemaran Sumur Gali

Menurut Kusnoputranto (1997) dalam (Marsono, 2009) ada beberapafaktor yang menyebabkan pencemaran pada sumur gali, yaitu:

a. 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.

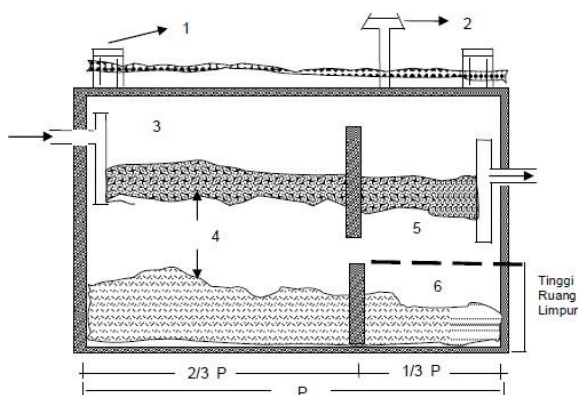
Beberapa jenis sumber pencemar:

- 1) 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) .
- 2) 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 (Mundiatur, 2018).

- 3) 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 saluranair dibedakan menjadi dua yaitu terbuka dan tertutup.
- 4) *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).



Gambar 2.5 Tangki Septik Konvensional
Sumber: SNI 03-2398-2002

- 5) Sungai adalah sistem pengaliran air mulai dari mata air sampai muara, dengan dibatasi kana 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
 - 6) 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.
 - 7) Kelas dua, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar,

peternakan, air untuk mengairi pertanian, dan atau peruntukkan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

- 8) Kelas tiga, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanian, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan air yang sama dengan kegunaan tersebut.
- 9) Kelas empat, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi, pertanian dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

b. 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.

c. 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.

d. 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).

e. 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.

f. 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.

g. Konstruksi/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

h. 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.

i. 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.

j. 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.

k. 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.

l. 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).

m. 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.

E. Baku Mutu Air untuk Higiene 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 standar baku mutu.

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 \pm 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

No.	Parameter wajib	Unit	Standar Baku Mutu (kadar maksimum)
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

F. Bakteri *Eschericia Coli*

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 karenanya disebut juga *koliform fekal*. Bakteri koliform lainnya berasal dari hewan dan tanaman mati dan disebut *koliform nonfekal*, misalnya *Enterobakteri aerogenes*, *Eschericia coli* adalah grup koliform yang mempunyai sifat

dapat memfermentasi laktose dan memproduksi asam dan gas pada suhu 37°C amupun suhu $44.5 + 0.5^{\circ}\text{C}$ dalam waktu 48 jam. Sifat ini digunakan untuk membedakan bakteri *Escherichia coli* dari *Enterobacter*, karena *Enterobacter* tidak dapat membentuk gas dari laktose pada suhu $44.5+0.5^{\circ}\text{C}$. *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).

2. Penyakit Akibat Bakteri *Escherichia coli*

Berdasarkan jenis penyakit yang ditimbulkan, bakteri *Escherichia coli* (*Escherichia 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.

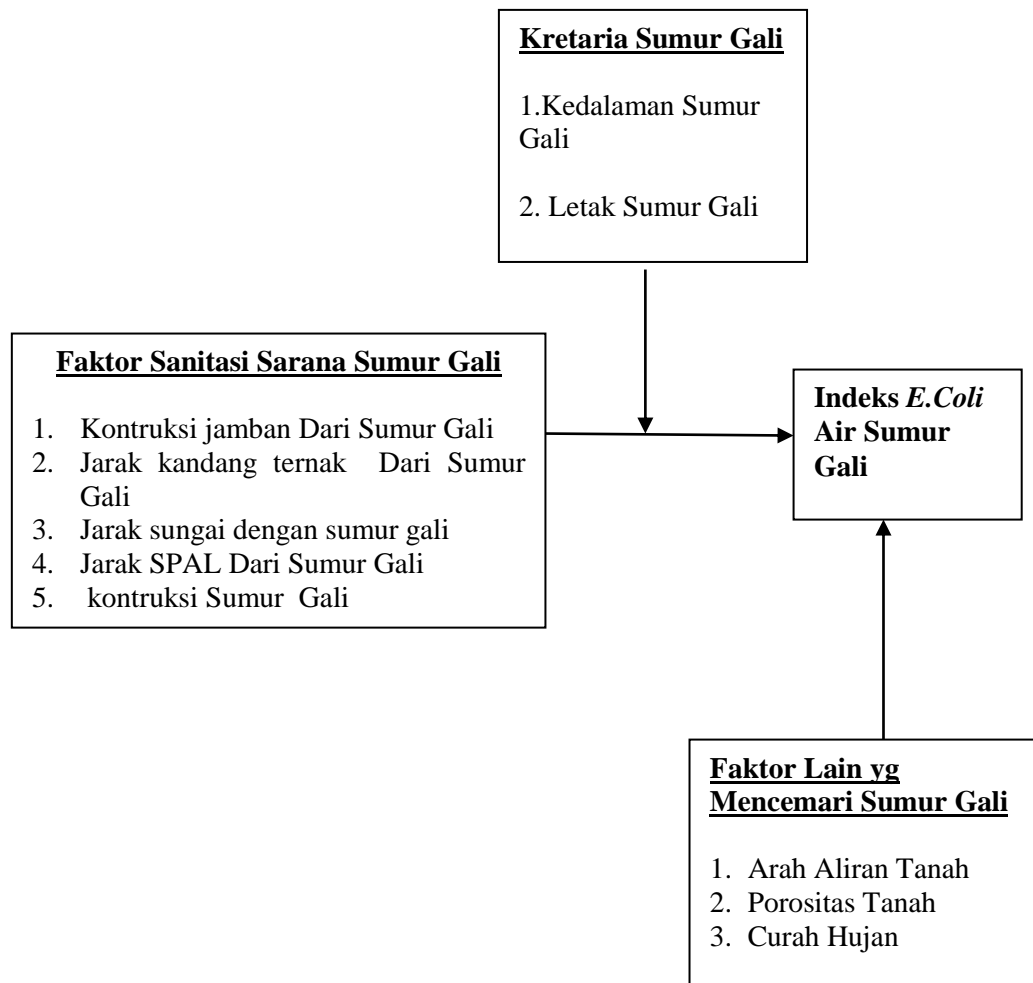
d. *Enterohaemorrhagic Escherichia coli* (EHEC)

Bakteri *Escherichia coli* dengan strain tersebut memiliki *Vero Cytotoxin* yang dapat menimbulkan diare berdarah atau *Haemorrhagic Colitis* (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* *Enteroadgregatif* (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).

G. Kerangka Teori

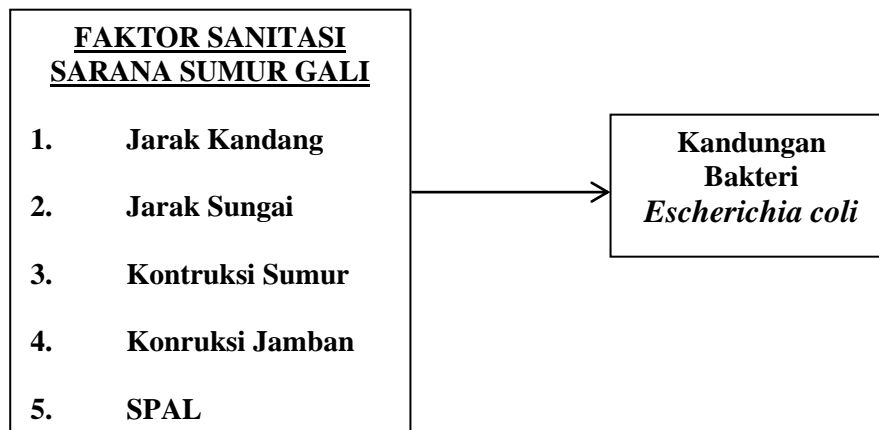


Gambar 2.6

Kerangka Teori Modifikasi dari teori dan penelitian (Depkes RI 1994), (Mulyana 2003), dan (Marsono 2009)

H. Kerangka Konseptual

Kerangka konseptual dalam penelitian “Analisis Hubungan Faktor Sanitasi Sumur Gali Terhadap Indeks *E. Coli* di Wilayah Kerja Puskesmas Adi Luhur Kecamatan Panca Jaya Kabupaten Mesuji” ini dijelaskan pada gambar dibawah ini :

Variabel Independen**Variabel Dependen**

Gambar 2.7
Kerangka Konseptual

Kerangka konsep/kerangka berfikir merupakan dasar pemikiran pada penelitian yang dirumuskan dari fakta-fakta, observasi dan tinjauan pustaka (Saryono, 2011). Kerangka konsep terdiri dari variabel independen (bebas) dan variabel dependen (variabel terikat). Variabel dependen pada penelitian ini adalah kandungan bakteri *Escherichia coli* pada sumur gali yang ada di rumah warga dan masih digunakan untuk kebutuhan sehari-hari. Untuk variabel independen adalah jarak sumber pencemar yaitu kandang ternak, *Septic tank*, sungai, kondisi fisik dari sumur gali serta sanitasi saluran pembuangan air limbah.

I. Hipotesis Penelitian

Hipotesis adalah suatu jawaban sementara dari pernyataan penelitian. Biasanya hipotesis ini dirumuskan dalam bentuk hubungan antara dua variabel, variabel bebas dan variabel terikat (Notoatmodjo, 2012).

1. H_1 : Ada hubungan antara jarak kandang ternak terhadap kandungan

bakteri *Escherichia coli* pada sumur gali di Desa Adi Luhur Kecamatan Panca Jaya Kabupaten Mesuji.

2. H_1 : Ada hubungan antara konstruksi jamban terhadap kandungan bakteri *Escherichia coli* pada sumur gali di Desa Adi Luhur Kecamatan Panca Jaya Kabupaten Mesuji.
3. H_1 : Ada hubungan antara jarak sungai terhadap kandungan bakteri *Escherichia coli* pada sumur gali di Desa Adi Luhur Kecamatan Panca Jaya Kabupaten Mesuji.
4. H_1 : Ada hubungan antara kondisi konstruksi sumur gali terhadap kandungan bakteri *Escherichia coli* pada sumur gali di Desa Adi Luhur Kecamatan Panca Jaya Kabupaten Mesuji.
5. H_1 : Ada hubungan antara sanitasi SPAL (Saluran Pembuangan Air Limbah) terhadap kandungan bakteri *Escherichia coli* pada sumur gali di Desa Adi Luhur Kecamatan Panca Jaya Kabupaten Mesuji