

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Bakteri *Coliform*

Bakteri *Coliform* adalah golongan bakteri intestinal yaitu hidup di dalam saluran pencernaan manusia, *Escherichia coli* adalah salah satu bakteri yang tergolong *Coliform*. Air minum tidak boleh terlalu banyak mengandung bakteri, karena akan mengganggu kesehatan, oleh karena itu diperlukan pemeriksaan kualitas air dengan menggunakan *Escherichia Coli* sebagai indikator¹¹

Terdapatnya bakteri *coliform* dalam air minum dan makanan dapat menjadi indikasi kemungkinan besar adanya organisme patogen lainnya. Bakteri *coliform* dibedakan menjadi 2 tipe yaitu *fecal coliform* dan *non-fecal coliform*. *Escherichia coli* adalah bagian dari *fecal coliform*. Keberadaan *Escherichia coli* dalam air dapat menjadi indikator adanya pencemaran oleh tinja. Bakteri-bakteri ini apabila ditemukan di dalam sampel air maka air tersebut mengandung bakteri patogen, sebaliknya bila sampel air tidak mengandung bakteri-bakteri ini berarti tidak ada pencemaran oleh tinja manusia dan hewan, menunjukkan bahwa ia bebas dari bakteri pathogen.¹²

Escherichia coli digunakan sebagai indikator pemeriksaan kualitas bakteriologis secara universal dan analisis dengan alasan;

1. *Escherichia coli* secara normal hanya ditemukan di saluran pencernaan manusia atau hewan mamalia, atau bahan yang telah terkontaminasi dengan tinja manusia atau hewan, jarang sekali ditemukan dalam air dengan kualitas kebersihan yang tinggi.
2. *Escherichia coli* mudah diperiksa di laboratorium dan sensitivitasnya tinggi jika pemeriksaan dilakukan dengan benar.

3. Bila dalam air tersebut ditemukan *Escherichia coli*, maka air tersebut dianggap berbahaya bagi penggunaan domestik.
4. Ada kemungkinan bakteri enterik patogen yang lain dapat ditemukan bersama-sama dengan *Escherichia coli* dalam air tersebut.

Escherichia coli jika masuk ke dalam saluran pencernaan dalam jumlah banyak dapat membahayakan kesehatan. Walaupun *Escherichia coli* merupakan bagian dari mikroba normal saluran pencernaan, tapi saat ini telah terbukti bahwa galur-galur tertentu mampu menyebabkan gastroenteritis taraf sedang hingga parah pada manusia dan hewan. *Escherichia coli* dapat menyebabkan penyakit diare karena:

1. Produksi *enterotoksin* yang menyebabkan kehilangan cairan.
2. Invasi yang sebenarnya lapisan epitelium dinding usus yang menyebabkan peradangan dan kehilangan cairan.

Sumber air bersih yang mengandung bakteri *Escherichia coli* menandakan bahwa air sudah tercemar oleh tinja manusia, saat ini 70% air tanah perkotaan tercemar oleh tinja manusia. Sumber air bersih yang tercemar oleh tinja dan mengandung bakteri *Escherichia coli* dapat mengakibatkan kualitas air bersih tidak sesuai dengan standar peruntukannya.¹³

B. Metode Penentuan *coliform*

Pengujian *Coliform* dan *E. coli* digunakan untuk menentukan bakteri indikator sanitasi yaitu *Coliform* dan *Escherichia coli* atau yang bisa disebut *E.coli*.

Media dan Reagensia :

- a. *Brilliant Green Lactose Bile Broth 2%*(BGLB)
- b. *Lauryl Tryptose Broth* (LSB)
- c. *EC Broth*
- d. *Levine's Eosin Methylen Blue* (L-EMB) Agar
- e. *Tryptone (Tryptophane) Broth* (TB)
- f. *MR-VP Broth*
- g. *Simmon Citrate Agar*

- h. *Plate Count Agar*
- i. Larutan *Butterfield's Phosphate Buffered*
- j. *Pereaksi Kovaks*
- k. *Pereaksi Voges Preskauer*
- l. Indikator MR
- m. *Pereaksi pewarnaan gram*

Peralatan

- a. *Waterbath* tertutup dengan sirkulasi $45^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$;
- b. Inkubator $35^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$;
- c. Blender beserta jar yang dapat disterilisasi atau stomacher ;
- d. Botol pengencer ;
- e. Tabung durham ;
- f. Cawan petri ukuran 15 mm X 90 mm;
- g. Tabung reaksi ukuran 16 mm x 150 mm dan 13 mm x 100mm;
- h. Timbangan dengan ketelitian 0,0001 g;
- i. Mikroskop
- j. Pipet atau pippetor 1 ml, 5 ml dan 10 ml.

Prosedur Pengujian

1. Persiapan contoh

Untuk contoh dengan berat lebih kecil atau sama dengan 1 kg atau 1 l sampai dengan 4,5 kg atau 4,5 l timbang contoh padat sebanyak 25 g atau contoh cair sebanyak 25 ml dari contoh yang akan diuji, kemudian masukkan dalam wadah atau plastik steril dan tambahkan 225 ml larutan *Butterfield's phosphate Buffered*

Untuk contoh dengan berat lebih besar dari 4,5 kg atau 4,5 l timbang contoh padat sebanyak 50 g atau contoh cair sebanyak 50 ml, kemudian masukkan dalam wadah atau plastik steril dan tambahkan 450 ml larutan *Butterfield's phosphate Buffered*

Homogenkan selama 2 menit. Homogenat ini merupakan larutan dengan pengenceran 10^{-1}

2. Tahap Analisa

a). Tahap Uji Pendugaan coliform (Presumptive *coliform*)

Siapkan pengenceran 10^{-2} dengan cara melarutkan larutan 10^{-1} ke dalam 9 ml larutan pengencer Butterfield's phosphate Buffered. Lakukan pengenceran selanjutnya sesuai dengan pendugaan kepadatan populasi contoh. Pada setiap pengenceran dilakukan pengocokan minimal 25 kali.

Pindahkan dengan menggunakan pipet steril, sebanyak 1 ml larutan dari setiap pengenceran ke dalam 3 seri atau 5 seri tabung *lauryl tryptose broth* (LTB) yang berisi tabung durham.

Inkubasi tabung-tabung tersebut selama 48 jam \pm 2 jam pada suhu $35^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$. Perhatikan gas yang terbentuk setelah inkubasi 24 jam dan inkubasi kembali tabung-tabung negatif selama 24 jam. Tabung positif ditandai dengan kekeruhan gas gas dalam tabung durham.

Lakukan "uji penegasan *coliform*" untuk tabung-tabung positif.

Tabel berat contoh yang diambil yang akan diuji

Berat contoh	Berat contoh yang akan diuji
< 1 kg atau 1 lt	100 g atau 100 ml
1 kg atau 1 li – 4,5 kg atau 4,5 lt	300 g atau 300 ml
>4,5 kg atau 4,5 lt	500 g atau 500 ml

b). Uji Penegasan *coliform* (*Confirmed coliform*)

Inokulasi tabung-tabung LTB yang positif ke tabung-tabung BGLB *Broth* yang berisi tabung durham dengan menggunakan jarum *ose*. Inkubasi BGLB *Broth* yang telah diinokulasi selama 48 jam pada suhu $35^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$. Periksa tabung-tabung BGLB yang menghasilkan gas selama 48 jam \pm 2 jam pada suhu $35^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$. Tabung positif ditandai dengan kekeruhan dan gas dalam tabung *durham*.

Tentukan nilai paling memungkinkan (APM) berdasarkan jumlah tabung-tabung yang positif dengan menggunakan Angka Paling Memungkinkan (APM). Nyatakan nilainya sebagai “ APM/g *coliform*”

c). Uji pendugaan *Escherichia coli* (*faecal coliform presumptive Escherichia coli*)

Inokulasi dari setiap tabung LTB yang positif ke tabung-tabung EC *broth* yang berisi tabung durham dengan menggunakan jarum *ose* , Inkubasi EC *broth* dalam sirkulasi *waterbath* selama 48 jam \pm 2 jam pada suhu $45^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$. *Waterbath* harus dalam keadaan bersih, air di dalamnya harus lebih tinggi dari tinggi cairan yang ada dalam tabung yang akan diinkubasi.

Periksa tabung-tabung EC *broth* yang menghasilkan gas selama 24 jam \pm 2 jam, jika negatif inkubasi kembali sampai 48 jam \pm 2 jam. Tabung positif ditandai dengan kekeruhan dan gas dalam tabung *durham*.

Tentukan nilai angka paling memungkinkan (APM) berdasarkan jumlah tabung-tabung EC yang positif dengan menggunakan Angka Paling Memungkinkan (APM). Nyatakan nilainya sebagai “ APM/g *faecal coliform* “

d). Uji penegasan *Escherichia coli* (*confirmed Escherichia coli*)

Dari tabung-tabung EC *broth* yang positif dengan menggunakan jarum *ose gores* ke L-EMB agar. Inkubasi selama 24 jam \pm 2 jam pada suhu $35^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$.

Koloni *Escherichia coli* terduga memberikan ciri yang khas (*typical*) yaitu hitam pada bagian tengah dengan atau tanpa hijau metalik. Ambil lebih dari satu koloni (*typical*) *Escherichia coli* dari masing-masing cawan L-EMB dan goreskan ke media PCA miring dengan menggunakan jarum tanam. Inkubasi selama 24 jam \pm 2 jam pada suhu $35^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$.

Jika koloni yang khas (*typical*) tidak ada, pindahkan 1 atau lebih koloni yang tidak khas (*typical*) *Escherichia coli* ke media PCA miring.

C. Septic Tank

Septic tank atau penampung tinja adalah lubang dibawah tanah, dapat berbentuk persegi, lingkaran / bunder atau empat pesegi panjang, sesuai dengan kondisi tanah. Pertimbangan untuk bangunan *septic tank*¹⁴ :

- Kedalaman tergantung pada kondisi tanah dan permukaan tanah di musim hujan.
- Daya resap tanah (jenis tanah)
- Jenis bangunan, jarak bangunan dan kemiringan letak bangunan terhadap sumber air minum (lebih baik di atas 10 meter)
- Kepadatan penduduk (ketersediaan lahan)
- Umur pakai (kemungkinan pengurasan, kedalaman lubang/kapasitas)
- Diutamakan dapat menggunakan bahan lokal
- Bangunan yang permanen dilengkapi dengan manhole

Adapun beberapa jenis septic tank sebagai berikut :

1. Cubluk tanpa lapisan

Keuntungan

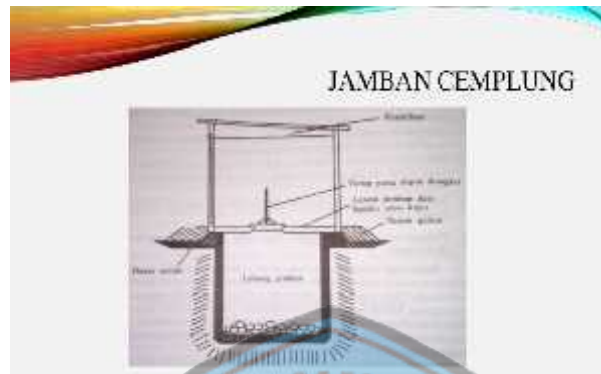
Dapat dengan mudah dibangun oleh keluarga, murah, dapat bertahan lama bergantung pada kedalaman sumur, mudah ditutup setelah penuh dan menggali sumur baru di sekitarnya.

Kekurangan

Tidak cocok untuk tanah berpasir, lubang tidak dapat luas, tidak cocok digunakan pada wilayah dengan muka air tinggi (secara musiman), kemungkinan pencemaran air tanah lebih mudah

Tip pembuatan

Memperhatikan jarak ke sumber air minum (seperti sumur gali) yang digunakan penduduk minimal 10 meter, kemiringan muka tanah dan jenis tanah / batuan.



Gambar.2.1 Jamban Cubluk

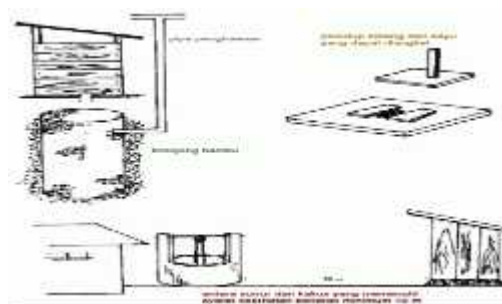
2. Cubluk Penguatan Anyaman Bambu

Keuntungan

Dapat dengan muda di bangun oleh keluarga, murah, dapat tanah lama bergantung pada kedalaman sumur, mudah ditutup setelah penuh dan menggali sumur baru disekitarnya, cocok untuk jenis tanah yang mudah runtuh (tanah berpasir)

Kekurangan

Tidak cocok digunakan pada wilayah dengan muka air tanah tinggi (secara musiman)



Gambar 2.2 septik tank cubluk penguat anyaman

3. Cubluk - Penguat Ring Beton

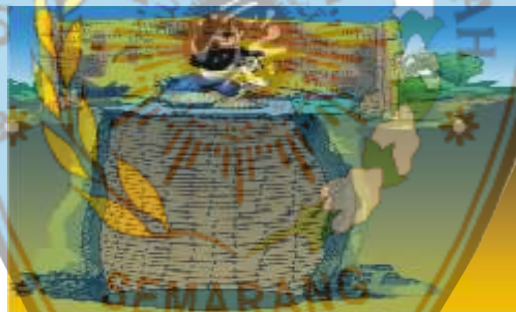
Susunan ring beton sampai pada kedalaman yang diperlukan. Lubang dalam ring sebagai penampung cairan.

Keuntungan

Mudah dibangun tukang batu, mencegah runtuhnya sumur, dapat digunakan selama bertahun – tahun, cocok untuk jenis tanah yang mudah runtuh, dapat digunakan untuk daerah dengan permukaan tanah yang tinggi.

Kekurangan

Opsi lebih mahal dari pada sumur tanpa lapisan, ring beton adalah barang – barang yang sangat berat untuk diangkut, diangkat dan dipasang, diperlukan pengalaman sebelumnya dalam pemasangan, mudah retak, kebocoran disambungan ring sehingga mencemari lingkungan.



Gambar 1.2 Cubluk penguat anyaman

4. Cubluk – Penguat Pasangan Batu Bata

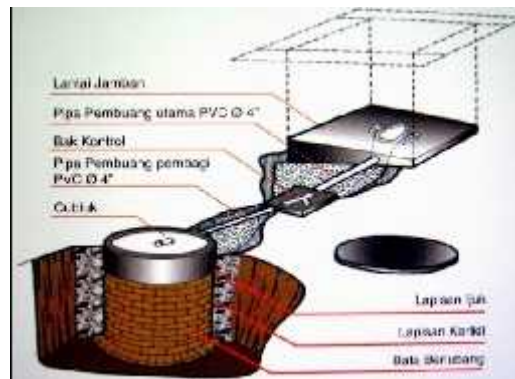
Septic tank berlapis batu bata

Keuntungan

Mencegah keruntuhan sumur, dapat digunakan selama bertahun – tahun, cocok untuk semua jenis tanah, dan permukaan air tanah yang tinggi.

Kekurangan

Biaya relatif mahal, membutuhkan waktu untuk membangun, memerlukan tukang yang terampil.



Gambar 2.3 Cubluk penguat batu bata

5. Cubluk Kembar – Penguatan Pasangan Batu Bata

Keuntungan

Mencegah keruntuhan sumur, dapat digunakan selama bertahun – tahun, cocok untuk semua jenis tanah dan permukaan air tanah yang tinggi, terdapat bak cadangan jika bak penampung tinja penuh / sedang diperbaiki, tinja yang tertampung dapat dijadikan kompos sebelum untuk dikuras.

Kekurangan

Memerlukan biaya yang lebih banyak, membutuhkan waktu untuk membangun, memerlukan tukang yang terampil, butuh lahan yang lebih luas.

6. Tangki Septik

Keuntungan

Lebih sehat, bersih dan tidak menimbulkan pencemaran, penampungan tinja tidak cepat penuh, dan dapat dikuras / dikosongkan bila penuh.

Kekurangan

Memerlukan biaya yang lebih banyak dan perlu keahlian teknis.

7. Tangki Septik selinder

Keuntungan

Lebih sehat, bersih dan tidak menimbulkan pencemaran, penampungan tinja tidak cepat penuh, dan dapat dikuras / dikosongkan bila penuh. Bisa dipasang dimana saja.

Kekurangan

perlu keahlian teknis.

D. Syarat-Syarat Jamban Sehat

Jamban Sehat adalah fasilitas pembuangan tinja yang memenuhi tujuh persyaratan yaitu¹⁵ :

- a). Tidak mencemari air
- b). Tidak mencemari tanah permukaan
- c). Bebas dari serangga
- d). Tidak menimbulkan bau dan nyaman digunakan.
- e). Aman digunakan oleh pemakainya
- f). Mudah dibersihkan dan tidak menimbulkan gangguan bagi pemakainya
- g). Tidak menimbulkan pandangan yang kurang sopan

E. Sumur Gali

Sumur gali adalah satu konstruksi sumur yang paling umum dan meluas dipergunakan untuk mengambil air tanah bagi masyarakat kecil dan rumah-rumah perorangan sebagai air minum dengan kedalaman 7-10 meter dari permukaan tanah. Sumur gali menyediakan air yang berasal dari lapisan tanah yang relatif dekat dari permukaan tanah, oleh karena itu dengan mudah terkena kontaminasi melalui rembesan¹⁶.

Umumnya rembesan berasal dari tempat buangan kotoran manusia kakus/jamban dan hewan, juga dari limbah sumur itu sendiri, baik karena lantainya maupun saluran air limbahnya yang tidak kedap air. Keadaan konstruksi dan cara pengambilan air sumur pun dapat merupakan sumber

kontaminasi, misalnya sumur dengan konstruksi terbuka dan pengambilan air dengan timba. Sumur dianggap mempunyai tingkat perlindungan sanitasi yang baik, bila tidak terdapat kontak langsung antara manusia dengan air di dalam sumur¹⁷

1. Persyaratan Teknis Sumur Gali

Persyaratan kesehatan sumur gali adalah sbagai brikut¹⁸ :

a). Lokasi

- (1). Apabila sumber pencemaran terletak lebih tinggi dari sumur gali dan diperkirakan air tanah mengalir ke sumur gali maka jarak minimal sumur gali terhadap sumber pencemaran adalah 11 meter
- (2). Jika jarak sumber pencemaran sama/lebih rendah dari sumur gali maka jarak minimal sumur gali terhadap sumber pencemaran adalah 9 meter
- (3). Sumber pencemaran adalah jamban, air kotor/comberan, tempat pembuangan sampah kandang ternak dan sumber/saluran resapan

b). Lantai

Lantai harus kedap air minimal harus 1 meter dari sumur dan air kotor, mudah untuk dibersihkan, tidak menyebabkan ganangan air, kemiringan minimal 1-5 °

c). SPAL

SPAL harus kedap air, tidak menimbulkan genangan air dan kemiringannya minimal 2 °

d). Bibir sumur

Bibir sumur minimal 80 cm dari lantai, bahan kuat dan kedap air

e). Diding sumur

Diding sumur minimal 3 meter dari permukaan tanah, terbuat dari bahan yang kuat dan kedap air

f). Tutup sumur

Jika pengambilan air ngan pompa tangan dan listrik sumur harus ditutup

g). Timba (ember tali)

Jika pengambilan dengan timba maka harus di sediakan timba khusus untuk mencegah pencemaran, timba harus di gantung dan tidak boleh di letakkan di lantai

2. Struktur Tanah

Struktur tanah merupakan gumpalan kecil dari butir-butir tanah. Gumpalan ini terjadi karena butir-butir pasir, debu dan lempung terikat satu sama lain oleh suatu perekat seperti bahan organik, oksida-oksida besi dan lain-lain. Gumpalan-gumpalan kecil ini mempunyai bentuk, ukuran dan kemantapan yang berbeda-beda. Tanah yang dikatakan tidak berstruktur bila butir-butir tanah tidak melekat satu sama lain (disebut lepas, misalnya tanah pasir) atau yang saling melekat menjadi satu satuan yang padu (kompak) dan disebut massive atau pejal¹⁹

Tanah yang berstruktur baik mempunyai tata udara yang baik, unsur-unsur hara lebih mudah tersedia dan mudah diolah. Struktur tanah yang baik adalah yang bentuknya membulat sehingga tidak dapat saling bersinggungan dengan rapat. Akibatnya pori-pori tanah banyak terbentuk, di samping itu tanah tidak mudah rusak sehingga pori-pori tanah tidak cepat tertutup bila terjadi hujan²⁰.

Berikut ini adalah macam-macam/jenis-jenis tanah yang ada di wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia²¹.

a). Tanah Humus.

Tanah humus adalah tanah yang sangat subur terbentuk dari lapukan daun dan batang pohon di hutan hujan tropis yang lebat.

b). Tanah Pasir

Tanah pasir adalah tanah yang bersifat kurang baik bagi pertanian yang terbentuk dari batuan beku serta batuan sedimen yang memiliki butir kasar dan berkerikil.

c). Tanah Alluvial / Tanah Endapan

Tanah aluvial adalah tanah yang dibentuk dari lumpur sungai yang mengendap di dataran rendah yang memiliki sifat tanah yang subur dan cocok untuk lahan pertanian.

d).Tanah Podzolit

Tanah podzolit adalah tanah subur yang umumnya berada di pegunungan dengan curah hujan yang tinggi dan bersuhu rendah / dingin.

e). Tanah Vulkanik / Tanah Gunung Berapi

Tanah vulkanik adalah tanah yang terbentuk dari lapukan materi letusan gunung berapi yang subur mengandung zat hara yang tinggi. Jenis tanah vulkanik dapat dijumpai di sekitar lereng gunung berapi.

f). Tanah Laterit

Tanah laterit adalah tanah tidak subur yang tadinya subur dan kaya akan unsur hara, namun unsur hara tersebut hilang karena larut dibawa oleh air hujan yang tinggi. Contoh : Kalimantan Barat dan Lampung.

g).Tanah Mediteran / Tanah Kapur

Tanah mediteran adalah tanah sifatnya tidak subur yang terbentuk dari pelapukan batuan yang kapur. Contoh : Nusa Tenggara, Maluku, Jawa Tengah dan Jawa Timur.

h).Tanah Gambut / Tanah Organosol

Tanah organosol adalah jenis tanah yang kurang subur untuk bercocok tanam yang merupakan hasil bentukan pelapukan tumbuhan rawa. Contoh : rawa Kalimantan, Papua dan Sumatera.

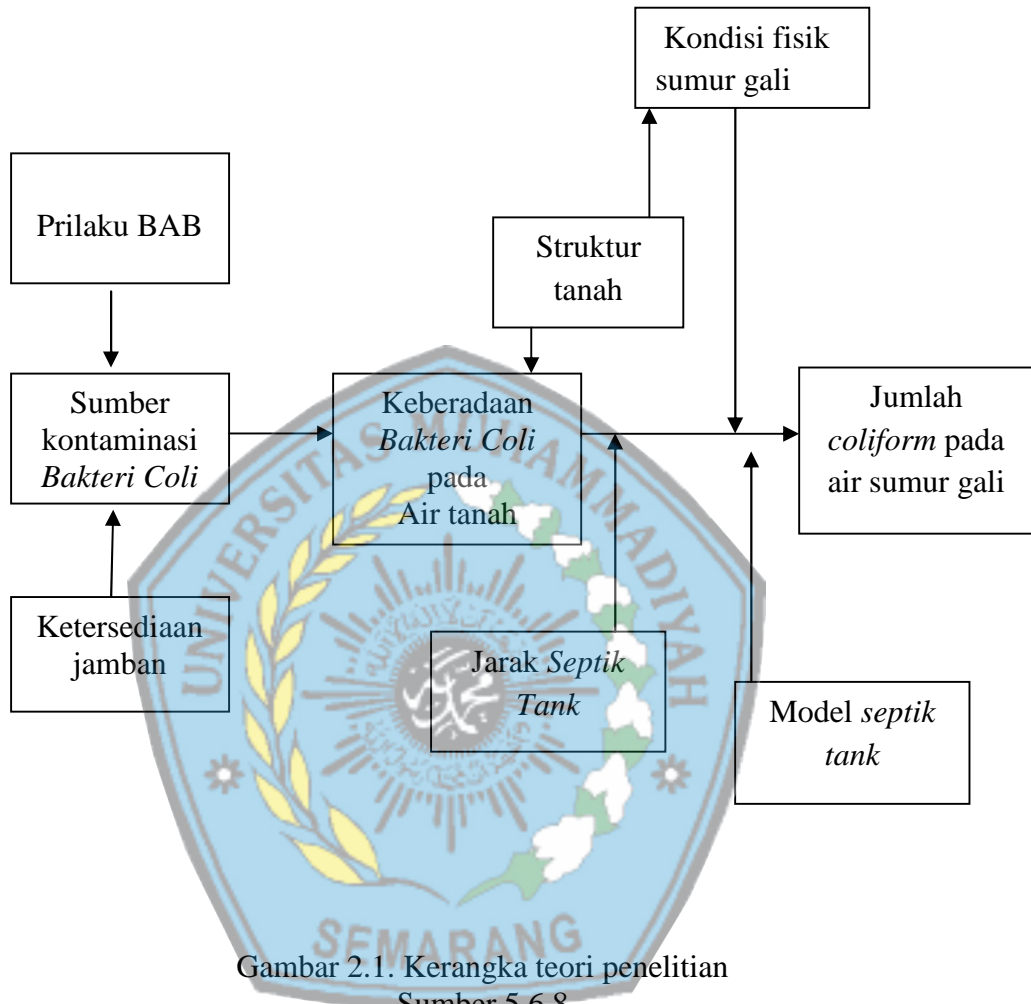
F. Standard dan syarat Kualitas Air Minum

Tabel 2.1. Persyaratan Kualitas Air minum secara Bakteriologis²²

No	Jenis Parameter	Satuan	Persyaratan Yang Diperbolehkan
1	Parameter yang berhubungan langsung dengan kesehatan		
	a. Microbiologi		
	1. E. Coli	Jumlah Per 100 ml Sampel	0
	2. Total Bakteri Coliform	Jumlah Per 100 ml Sampel	0
	b. Kimia an - Organik		
	1) Arsen	mg / l	0,01
	2) Flurida	mg / l	1,5
	3) Total Kromium	mg / l	0,05
	4) Kadmium	mg / l	0,003
	5) Nitrit, (sebagai NO_2^-)	mg / l	3
	6) Nitrat, (sebagai NO_3^-)	mg / l	50
	7) Sianida	mg / l	0,07
	8) Selenium	mg / l	0,1
2	Parameter yang tidak langsung berhubungan dengan kesehatan		
	a. Parameter Fisik		
	1) Bau		Tidak berbau
	2) Warna	TCU	15
	3) Total zat padat terlarut	mg / l	500
	4) Kekeruhan	NTU	5
	5) Rasa		Tidak berasa
	6) Suhu	$^{\circ}\text{C}$	Suhu udara ± 3
	b. Parameter Kimiawi		
	1) Almunium	mg / l	0,2
	2) Besi	mg / l	0,3
	3) Kesadahan	mg / l	500
	4) Klorida	mg / l	250
	5) Mangan	mg / l	0,4
	6) Ph		6,5 – 8,5
	7) Seng	mg / l	3
	8) Sulfat	mg / l	250
	9) Tembaga	mg / l	2
	10) Amonia	mg / l	1,5

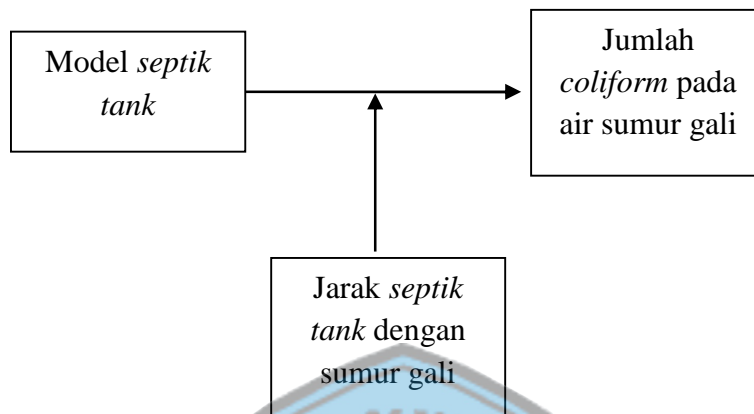
Sumber : Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 492/Menkes/Per/IV/2010

G. Kerangka Teori



Gambar 2.1. Kerangka teori penelitian
Sumber 5,6,8

H. Kerangka Konsep



Gambar 2.2. Kerangka konsep penelitian

I. Hipotesis

Berdasarkan kerangka konsep diatas dalam penelitian ini penyusun mengajukan hipotesis yaitu ada hubungan model *septik tank* jamban keluarga dengan jumlah bakteri *coliform* pada air sumur gali