

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Air Bersih**

##### **1. Pengertian Air Bersih**

Pesatnya pembangunan membuat air bersih menjadi sulit untuk didapatkan dikarenakan adanya pencemaran air yang disebabkan oleh limbah industri, rumah tangga, dan limbah pertanian. Akibatnya, air bersih menjadi barang langka (Damayanti, 2018). Menurut Permenkes No. 416/Menkes/PER/IX/1990, air bersih adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya memenuhi syarat kesehatan dan dapat diminum apabila telah dimasak. Air bersih juga dipergunakan untuk kebutuhan rumah tangga seperti untuk memasak, mencuci pakaian dan peralatan memasak atau peralatan lainnya. Selain itu juga, air digunakan untuk keperluan industri, pertanian, pemadam kebakaran, tempat rekreasi, transportasi, dan lain-lain (Amaliah, 2018).

Air untuk keperluan higiene sanitasi adalah air dengan kualitas tertentu dan digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya berbeda dengan air untuk keperluan minum (Permenkes RI No. 32 Tahun 2017). Sedangkan yang dimaksud air bersih yaitu air yang aman, sehat dan baik untuk diminum, tidak berwarna, tidak berabu, dengan rasa yang segar (Suripin, 2002 dalam Rofil, 2018).

## 2. Sumber Air Bersih

Wujud air dapat berupa padatan (es), cairan (air), dan gas (uap), air merupakan satu-satunya zat yang secara alami terdapat di permukaan bumi dalam ketiga wujudnya tersebut. Air adalah substansi kimia dengan rumus  $H_2O$  yaitu satu molekul air tersusun atau dua atom hidrogen yang terikat secara kovalen pada satu atom oksigen. Air bersifat tidak berwarna, tidak berasa dan juga tidak berbau pada kondisi yang standar (Widyantira, 2019).

Menurut Peraturan Pemerintah No 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air bahwa yang dimaksud dengan air adalah semua jenis air yang terdapat di atas ataupun di bawah permukaan tanah, termasuk dalam pengertian ini adalah air permukaan, air tanah, air hujan, dan juga air laut yang berada di darat.

Keberadaan air tanah sangat tergantung dari besarnya curah hujan dan juga dari air yang meresap ke dalam tanah. Kondisi tanah yang berpasir lepas atau dengan kondisi bebatuan yang permeabilitasnya tinggi akan mempermudah infiltrasi air hujan ke dalam formasi batuan. Sebaliknya, batuan dengan sedimentasi kuat dan kompak memiliki kemampuan yang meresapkan air menjadi kecil. Dalam hal ini hampir sama curah hujan akan mengalir sebagai limpasan (*run off*) dan terus ke laut. Faktor lainnya juga adalah perubahan lahan-lahan yang terbuka menjadi pemukiman dan industri, serta kegiatan penebangan hutan tanpa

kontrol. Hal tersebut akan sangat mempengaruhi infiltrasi terutama bila terjadi di daerah resapan (Usmar dkk dalam Widyantira, 2019).

Menurut Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 Sumber air dibagi menjadi 4 kelompok, yakni air permukaan, air tanah, air hujan dan mata air.

a. Air Permukaan

Air permukaan yang mengalir di permukaan bumi ini akan membentuk menjadi air permukaan. Air permukaan ini umumnya mendapat pengotoran selama pengalirannya. Pengotoran tersebut misalnya oleh lumpur, batang-batang kayu, daun-daun, kotoran atau limbah industri, dan lain sebagainya (Nurhadini, 2016). Dengan adanya pengotoran ini akan menyebabkan kualitas pada air permukaan menjadi berbeda-beda. Pengotoran ini terjadi secara fisik, kimia, bakteriologis (biologi). Setelah mengalami pengotoran, pada suatu saat air permukaan ini akan mengalami pembersihan. Secara umum air permukaan dibagi menjadi air sungai yang berasal dari air hujan dan mata air, air rawa atau air danau yang berasal dari air hujan mata air dan atau air sungai, air waduk yang berasal dari air hujan (Nurhadini, 2016).

b. Air Tanah

Air tanah berasal dari air hujan yang jatuh ke permukaan bumi, kemudian air ini mengalami penyerapan ke dalam tanah dan terjadi penyaringan secara alami. Proses ini yang menyebabkan air

tanah lebih baik dibandingkan dengan air yang dari permukaan (Widyantira, 2019). Air tanah secara umum terbagi menjadi:

#### 1) Air Tanah Dangkal

Air tanah dangkal terjadi karena daya proses peresapan air dari permukaan tanah. Lumpur akan tertahan, demikian pula dengan sebagian bakteri, sehingga air tanah akan menjadi jernih tetapi menyebabkan lebih banyak mengandung zat kimia (garam-garam yang terlarut) karena melalui lapisan tanah yang mempunyai unsur kimia tertentu untuk tiap-tiap bagian lapisan tanah. Selain untuk penyaringan, pengotoran juga masih terus berlangsung, terutama pada muka air yang dekat dengan muka tanah, setelah menemukan lapisan rapat air, air yang akan terkumpul merupakan air tanah dangkal dimana air tanah ini dimanfaatkan untuk sumber air bersih melalui sumur-sumur dangkal (Jayanti, 2018). Air tanah dangkal terdapat pada kedalaman  $\pm 15\text{m}$  sebagai sumber air bersih, air tanah ini ditinjau dari segi kualitas lumayan baik. Tetapi dari segi kuantitas kurang baik dan tergantung musim (Amaliah, 2018).

#### 2) Air Tanah Dalam

Air tanah dalam terdapat pada bagian setelah rapat air yang pertama. Pengambilan air pada tanah dalam tidak semudah pada air tanah dangkal. Dalam hal ini harus menggunakan bor dan memasukan pipa ke dalamnya sampai pada kedalaman 100

– 300 m. jika tekanan air tanah dalam ini besar, maka air dapat menyembur keluar, sumur ini disebut sumur artesis (Amaliah, 2018).

c. Air Hujan

Air hujan atau air angkasa merupakan sumber utama air yang ada di bumi. Walaupun pada saat presipitasi merupakan air yang paling bersih, tetapi air tersebut cenderung mengalami pencemaran ketika berada di atmosfer. Pencemaran yang berlangsung di atmosfer itu dapat disebabkan oleh partikel debu, gas dan mikroorganisme, misalnya karbon dioksida, nitrogen dan ammonia (Amaliah, 2018). Dari hal itu maka kualitas air hujan ini bergantung sekali pada kualitas udara yang dilaluinya sewaktu turun ke bumi. Bila kadar  $\text{SO}_2$  yang berada di dalam udara tinggi, maka hujan yang turun akan bersifat asam, sehingga kualitas dari air hujan tersebut tercemar. Keadaan seperti ini sering ditemukan di daerah perindustrian (Soemirat dalam Amaliah, 2018).

d. Mata Air

Air yang keluar dari mata air ini biasanya berasal dari air tanah yang muncul secara alamiah. Air yang berasal dari mata air ini belum tercemar oleh kotoran. Mata air yang berasal dari tanah dalam, tidak terpengaruh oleh musim dan kualitasnya sama dengan keadaan air dalam (Notoatmodjo, 2011).

### 3. Syarat Kualitas Air Bersih

Kegunaan air yang paling penting adalah merupakan kebutuhan untuk minum. Untuk keperluan minum disini termasuk untuk memasak air bersih harus mempunyai persyaratan khusus agar air tersebut tidak menimbulkan penyakit pada manusia (Notoatmodjo, 2011).

Menurut Departemen Kesehatan RI (1990b) menyatakan bahwa agar air bersih tidak menimbulkan penyakit untuk manusia, maka air tersebut seharusnya memenuhi syarat kualitas yang meliputi syarat fisika, kimia, biologi dan radioaktif. Syarat fisika air bersih yaitu, yaitu air tidak berwarna, tidak berasa, dan tidak berbau. Syarat kimia untuk air bersih, yaitu air tidak mengandung zat-zat kimia yang membahayakan untuk kesehatan manusia.. syarat biologi, yaitu air bersih tidak mengandung mikroorganisme atau bakteri patogen. Untuk syarat radioaktif, yaitu tidak mengandung unsur-unsur radioaktif yang dapat membahayakan kesehatan seperti aktivitas alpha dan aktivitas beta.

Berdasarkan Permenkes No. 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 Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk media Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi meliputi parameter fisik, biologi, dan kimia tercantum dalam Permenkes RI No.32 Tahun 2017 sebagai berikut:

**Tabel 2.1 Parameter Fisik Dalam Standar Mutu Kesehatan Lingkungan Untuk Media Air Untuk Keperluan Higiene Sanitas**

No	Parameter Wajib	Unit	Standar Baku Mutu (kadar maksimum)
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

*Sumber: Permenkes RI No 32 Tahun 2017*

**Tabel 2.2**  
Parameter Bakteriologis dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk Media Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi

No.	Parameter Wajib	Unit	Standar Baku Mutu (kadar maksimum)
1.	Total coliform	CFU/100ml	50
2.	E. coli	CFU/100ml	0

*Sumber: Permenkes RI No 32 Tahun 2017*

## B. Sumur Gali (SGL)

### 1. Pengertian Sumur Gali

Sumur gali adalah salah satu konstruksi sumur yang paling umum dan meluas dipergunakan untuk mengambil air tanah yang berada di permukaan tanah. Sumur gali menyediakan air yang berasal dari lapisan tanah yang relatif dekat dari permukaan tanah, oleh karena itu dapat dengan mudah terkontaminasi melalui rembesan (Widyantira, 2019).

Sumur gali merupakan salah satu sumber air bersih yang dimanfaatkan oleh masyarakat, Sumur gali ini merupakan bangunan penyadap air atau pengumpul air tanah dengan cara menggali. Morfologi

daerah dan kedudukan muka air tanah setempat juga menentukan kedalaman Sumur yang bervariasi 5 meter sampai 10 meter dari permukaan tanah. Air tanah yang didapat dari Sumur gali biasanya dimanfaatkan untuk keperluan rumah tangga terutama untuk minum, memasak, mandi, dan mencuci (Widyantira, 2019).

## 2. Sumber Pencemaran Air

Jenis sumber pencemar air menentukan karakteristik limbah. Karakteristik pada limbah rumah tangga berbeda dengan karakteristik pada limbah jamban dan *septic tank*. Limbah yang ada pada jamban dan *septic tank* banyak mengandung bahan organik yang merupakan habitat bagi tumbuhnya mikroorganisme. Tempat sampah, genangan air bekas cucian, dan kandang ternak merupakan sumber pencemar lain. Perbedaan pada karakteristik limbah mempunyai pengaruh yang berbeda pula terhadap kualitas bakteriologis air sumur gali.

Menurut Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 01 Tahun 2010 tentang Tata Laksana Pengendalian Pencemaran Air menyatakan bahwa pencemaran air adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan atau komponen lain ke dalam air oleh kegiatan manusia sehingga melampaui baku mutu air limbah yang telah ditetapkan. Sumber pencemar yang paling utama berasal dari limbah industri, pertanian, dan domestik (rumah tangga).

a. Limbah Industri

Limbah Industri (*industrial waste*) yang berbentuk cair dapat berasal dari pabrik yang biasanya banyak menggunakan air pada proses produksinya. Selain itu, limbah cair juga dapat berasal dari bahan baku yang mengandung air sehingga di dalam proses pengolahannya, air harus dibuang (Chandra, 2006 dalam Amaliah 2018).

b. Limbah Pertanian

Menurut Sastrawijaya (2009:124) dalam Nurhadini (2016) menyatakan bahwa limbah pertanian biasanya terdiri atas bahan padat bekas tanaman yang bersifat organik, bahan pemberantasan hama dan penyakit memakai pestisida, bahan pupuk yang mengandung fosfor, nitrogen, mineral, sulfur dan sebagainya.

c. Limbah Domestik

Menurut Kodoatie (2010) dalam Amaliah (2018) menyatakan bahwa air limbah domestik atau rumah tangga adalah bekas yang sudah tidak dapat dipergunakan lagi untuk tujuan semula baik yang mengandung kotoran manusia atau tinja atau dari aktifitas dapur, mencuci dan kamar mandi. 90% dari air limbah *domestic* adalah cairan. Zat-zat yang terlarut dalam zat-zat buangan ini diantaranya adalah unsur-unsur organik yang tersuspensi maupun terlarut seperti karbohidrat, protein, lemak, dan juga unsur-unsur anorganik seperti garam, metal serta mikroorganisme. Unsur-unsur

tersebut memberi corak kualitas air buangan dalam sifat fisika, kimia, maupun biologis.

### **3. Proses Pencemaran Air Sumur Gali**

Proses pencemaran sumur gali terjadi akibat aliran air tanah dan penurunan permukaan air tanah. Di dalam siklus hidrologi, maka air tanah secara alami mengalir oleh karena adanya perbedaan tekanan dan letak ketinggian pada lapisan tanah. Air akan mengalir dari tempat yang lebih tinggi ke tempat yang lebih rendah. Oleh karena itu, apabila letak sumur berada di bagian bawah letak sumber pencemar maka bahan pencemar bersama aliran tanah akan mengalir untuk mencapai sumur gali. Pembuatan sumur yang jauh dari sumber pencemar merupakan usaha untuk mencegah dan mengurangi resiko pencemaran (Asdak, 2002).

Pada lapisan tanah yang mencapai lapisan ketinggian yang relatif sama dan landau, maka secara relatif pula tempat tersebut tidak terjadi aliran air tanah. Jika dilakukan pemompaan atau penimbaan air tanah pada sumur, maka akan terjadi *draw down* maka pada sumber itu tekanannya menjadi lebih rendah dari air tanah disekitarnya sehingga mengalirlah air tanah disekitarnya menuju sumur gali. Jika air tanah di sekitarnya sudah tercemar oleh bahan-bahan, maka pencemar akan sampai ke dalam sumur gali (Asdak, 2002).

#### 4. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Pencemaran Sumur Gali

##### a. Faktor Sanitasi Sumur Gali

###### 1) Jarak Jamban

Jamban merupakan suatu bangunan yang digunakan untuk membuang kotoran manusia dalam suatu tempat tertentu dan biasa disebut kakus. Sehingga kotoran tersebut akan tersimpan dalam suatu tempat tertentu dan tidak menjadi penyebab penyakit dan mengotori lingkungan pemukiman (Depkes, 2003 dalam Widyantira, 2019). Semakin jauh jarak jamban dengan sumur gali akan menyebabkan jumlah bakteri semakin sedikit, dan sebaliknya semakin dekat jamban akan menyebabkan jumlah bakteri semakin bertambah. Hal ini disebabkan karena tanah tersusun dari berbagai jenis material seperti batu, pasir, dll yang akan menyaring bakteri melewatinya (Marsono, 2009).

###### 2) Jarak *Septic Tank*

*Septic tank* adalah suatu bak berbentuk empat persegi panjang yang biasanya terletak di bawah muka tanah yang menampung kotoan dan air dari toilet dan dapat menjadi sumber pencemaran terhadap sumur gali (Nazar, 2010). Berdasarkan penelitian Amaliah (2017) menyatakan bahwa ada hubungan yang signifikan antara jarak *septic tank* terhadap indeks *Fecal Coliform* air sumur gali dengan *p*-value sebesar 0,014.

### 3) Jarak Sumber Pencemar Lain

Limbah jamban dan *septic tank* banyak mengandung bahan organik yang merupakan habitat bagi tumbuhnya mikroorganisme. Sumber pencemar lain ini berupa limbah rumah tangga yang meliputi tempat sampah, genangan air, dan kandang ternak. Perbedaan karakteristik limbah mempunyai pengaruh yang berbeda pula terhadap kualitas bakteriologis air sumur gali (Kusnoputranto, 1997 dalam Amaliah, 2017). Menurut Depkes RI (1996) jarak sumber pencemar lain seperti SPAL, kandang ternak, dan tempat sampah dengan letak sumur gali yang memenuhi >10 meter.

#### b. Faktor Kondisi Fisik Sumur Gali

Sanitasi merupakan usaha dalam pencegahan penyakit dengan cara menghilangkan atau mengatur faktor-faktor lingkungan yang berkaitan dengan rantai perpindahan penyakit (Amaliah, 2018). Faktor sanitasi menjadi salah satu yang mempengaruhi pencemaran Sumur gali (Mulyana, 2003 dalam Widyantira, 2019). Sumur sanitasi adalah jenis sumur yang telah memenuhi persyaratan sanitasi dan terlindungi dari kontaminasi air yang kotor (Chandra dalam Amaliah, 2018). Menurut Chandra dalam Amaliah (2018) menyatakan bahwa sanitasi sumur gali meliputi lokasi, dinding Sumur, lantai kaki lima, dinding parepet, drainase atau saluran

pembuangan air, tutup sumur, pompa tangan atau pompa listrik, tanggung jawab pemakai, dan kualitas air.

Menurut Depkes RI (1996) tentang Penyehatan Air Dalam Program Penyediaan dan Penyehatan Air Bersih, syarat sanitasi sarana sumur gali yang baik, meliputi:

- a. Jarak antara sumur gali dengan *septic tank* (tinja/limbah), tempat pembuangan sampah paling sedikit 10 meter.
- b. Jarak sumur dengan sumber pencemaran (genangan air, kandang ternak) paling sedikit 10 meter.
- c. Saluran pembuangan air limbah (SPAL) minimal 10 meter, serta SPAL harus kedap air dan tidak menimbulkan genangan.
- d. Jika pengambilan air dengan timba harus ada timba khusus. Untuk mencegah pencemaran, timba harus selalu digantung dan tidak boleh diletakan di lantai.
- e. Sumur resapan 1,5 – 2 cm (Depkes RI, 1994).

Agar sumur air dapat terhindar dari pencemaran maka harus diperhatikan adalah jarak sumur dengan jamban, lubang galian untuk air limbah (cesspool, seepage pit dalam Widyantira 2019), dan sumber-sumber pengotoran yang lainnya. Kemiringan tanah juga menjadi hal yang akan menentukan jarak sumur dengan jamban. Jika lokasi sumur gali terletak pada daerah yang bebas banjir sehingga tidak ada genangan air. Jarak sumur ini 15 meter dan lebih tinggi dari sumber pencemaran (Gabriel, 2001 dalam Widyantira, 2019).

Hasil penelitian Amaliah (2018) dalam judul Analisis Hubungan Faktor Sanitasi Sumur Gali Terhadap *Index Fecal Coliform* di Desa Sentul Kecamatan Kragilan Kabupaten Serang didapatkan hasil bahwa ada hubungan yang signifikan pada  $\alpha = 0,05$  antara kondisi fisik sumur gali terhadap indeks *fecal coliform* dalam air sumur gali di Desa Sentul dengan  $p$  value sebesar 0.043.

1) Dinding Sumur Gali

Menurut Depkes (1994) tentang Penyehatan Air Dalam Program Penyediaan dan Penyehatan Air Bersih, syarat sanitasi sarana sumur gali yang baik yaitu dinding sumur kedap air minimal sedalam 3 meter dari permukaan tanah, dibuat dari bahan kedap air dan kuat (tidak mudah retak atau longsor).

2) Bibir Sumur Gali (Cincin)

Tinggi bibir sumur (apron) 0,5 meter – 0,7 meter dari lantai atau tanah (Depkes RI, 1994). Terbuat dari bahan yang kuat dan kedap air untuk mencegah terjadinya rembesan air ke dalam sumur. Selain itu, sebaiknya bibir sumur diberi penutup agar air hujan dan kotoran lainnya tidak dapat masuk ke dalam sumur (Marsono, 2009).

3) Lantai Sumur Gali

Menurut Sutanto (2005) dalam Lathifah (2017) menyatakan bahwa konstruksi lantai sumur gali harap memenuhi syarat. Lantai sumur dibuat dari tembok yang kedap air  $\pm 1$  m

lebarnya dari dinding sumur. Dibuat agak miring dan ditinggikan 20 cm di atas permukaan tanah, bentuknya bulat atau segi empat. Tanah yang berada di sekitar tembok sumur atas disemen dan tanahnya dibuat miring dengan tepinya dibuat saluran. Lebar semen di sekeliling sumur sekitar 1 m, agar permukaan air tidak dapat masuk (Mukono, 2002 dalam Lathifah, 2017). Lantai sumur sekitar 20 cm dari permukaan tanah (Soemarwoto, 2004 dalam Lathifah, 2017). Selain itu, lantai sumur juga tidak retak atau bocor, mudah dibersihkan, dan tidak tergenang air (Depkes RI, 1995).

4) Lokasi Sumur Gali atau Jarak

Jarak sumur gali minimal 10 meter dan lebih tinggi dari sumber pencemaran seperti kakus, kandang ternak, tempat sampah, dan pencemar lainnya dan lokasi sumur gali di tempat yang bebas banjir (Chandra, 2007 dalam Lathifah 2017).

5) Ke dalaman Sumur Gali

Menurut Sutanto (2005) dalam Lathifah (2017) menyatakan bahwa ke dalaman sumur gali dibuat sampai mencapai lapisan tanah yang banyak mengandung cukup banyak sumber air walaupun pada musim kemarau. Dibuat dengan tingkat ke dalaman 7-10 meter dari permukaan tanah, konstruksi dinding dari bahan yang kedap air. Sumber air bersih yang kedap air akan mencegah penyebaran bakteri *coliform*.

Dalam penelitian Rasako, Joko, dan Dangiran tahun 2018 dengan judul Hubungan Kualitas Bakteriologis Air Sumur Gali dengan Kejadian Diare di Kelurahan Waihaong Kota Ambon, didapatkan kesimpulan tidak mempunyai hubungan antara ke dalaman sumur gali dengan kualitas bakteriologis air sumur. Kemungkinan tidak terjadi berpengaruhnya ke dalaman sumur gali terhadap kualitas bakteriologis sumur gali salah satunya oleh penggunaan sumur pompa dikarenakan air dari dalam sumur gali dialirkan langsung ke rumah warga sehingga kemungkinan kontaminasi dari sumur gali menjadi berkurang (Hasnawi, 2012 dalam Rasako, Joko, dan Dangiran, 2018).

### C. Bakteri *Coliform*

Bakteri *coliform* yang hidup di dalam saluran pencernaan manusia adalah golongan bakteri intestinal. Bakteri *coliform* adalah bakteri indikator keberadaan pathogenik lain. Lebih tepatnya, bakteri *coliform* fekal adalah bakteri indikator adanya pencemaran bakteri patogen. Penentuan *coliform* fekal menjadi indikator pencemaran dikarenakan jumlah koloninya berkorelasi dengan keberadaan bakteri patogen. Selain itu, mendeteksi *coliform* jauh lebih cepat, murah, dan sederhana daripada mendeteksi bakteri pathogenik lain. Contoh bakteri *coliform* adalah, *Escherichia coli* dan *Enterobacter aerogenes*. Jadi, *coliform* adalah indikator kualitas air. Makin

sedikit kandungan *coliform*, artinya, kualitas air semakin baik (Widyantira, 2019).

Menurut ketentuan *World Health Organization* (WHO) dan *American Public Health Association* (APHA) saat ini kualitas air ditentukan oleh kehadiran dan jumlah bakteri didalamnya. Secara mikrobiologis, keberadaan bakteri *coliform* tinja pada air dapat dijadikan penentu apakah air tersebut layak digunakan untuk keperluan tertentu seperti untuk air minum, perikanan, peternakan, pertanian, dan lain-lain (Widiyanti et al. 2017). Organisme *coliform* tinja merupakan organisme nonspora yang motil atau non-motil, berbentuk batang, dan mampu memfermentasi laktosa untuk menghasilkan asam dan gas pada temperatur 44-44,5°C dalam waktu 48 jam. Ada beberapa alasan mengapa organisme *coliform* dipilih sebagai indikator terjadinya kontaminasi tinja dibandingkan kuman patogen lain yang terdapat dalam pencernaan antara lain:

1. Jumlah organisme *coliform* tinja cukup banyak dalam usus manusia. Sekitar 200-400 miliar organisme ini dikeluarkan melalui tinja setiap harinya. Karena jarang sekali ditemukan dalam air, keberadaan kuman ini dalam air memberik bukti kuat adanya kontaminasi tinja manusia.
2. Organisme ini lebih mudah dideteksi melalui metode kultur dibandingkan tipe kuman patogen lainnya.
3. Organisme ini lebih tahan hidup dibandingkan dengan kuman usus patogen lainnya.

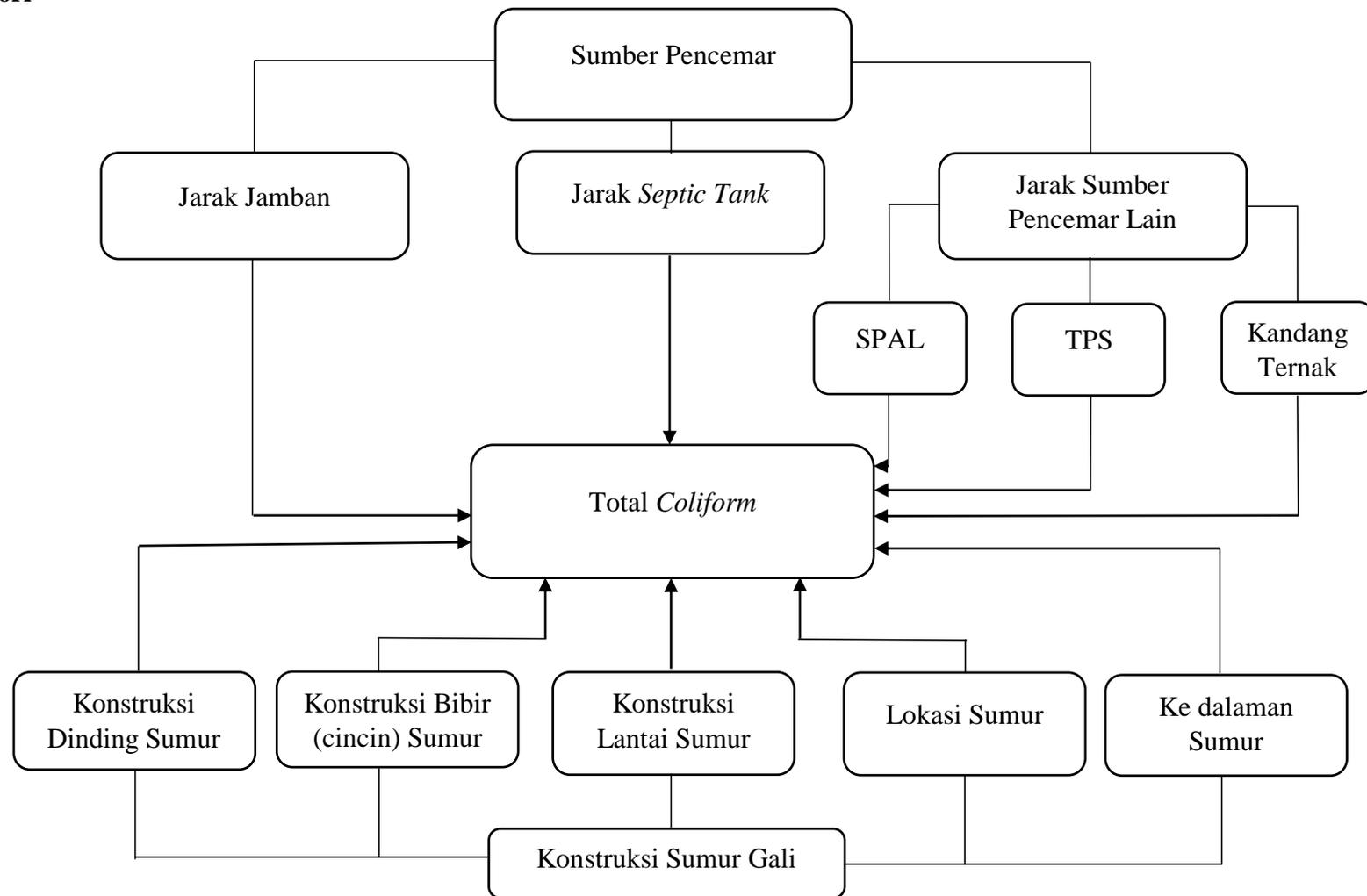
4. Organisme ini lebih resisten terhadap proses purifikasi air secara alamiah. Bila organisme ini ditemukan dalam sampel air maka dapat diambil suatu kesimpulan bahwa kuman usus patogen lain juga dapat ditemukan dalam sampel air tersebut di atas walaupun dalam jumlah yang kecil (Chandra, 2006 dalam Amaliah, 2018).

Air bersih seharusnya tidak mengandung mikroorganisme patogen apapun, dan juga harus bebas dari bakteri yang memberikan indikasi pencemaran tinja. Parameter bakteriologis yang dicantumkan berupa koliform tinja dan total koliform. Kedua macam parameter ini berupa indikator bagi berbagai mikroba yang dapat berupa (protozoa, metazoa, tungau), bakteri patogen, dan virus (Soemirat, 2009 dalam Amaliah, 2018).

*Fecal coliform* seperti *E.coli* dan juga bakteri *coliform* lain yang secara alami dapat ditemukan di dalam tanah. Bakteri fekal koliform ada di usus binatang berdarah panas dan manusia, dan ditemukan dalam limbah fisik, kotoran hewan, dan alami di dalam tanah yang dapat menyebabkan penyakit serius pada manusia. Kehadiran fekal *coliform* di air sumur dapat mengindikasikan kontaminasi oleh air tanah karena kotoran manusia atau kotoran hewan yang dapat mengandung bakteri, virus, atau organisme penyebab penyakit lainnya. Air yang terkontaminasi dengan organisme ini dapat menyebabkan penyakit pencernaan termasuk diare dan mual, bahkan mengakibatkan kematian. Efek ini mungkin lebih parah dan mungkin mengancam nyawa untuk bayi, anak-anak, orangtua, atau orang dengan

kekebalan tubuh yang rendah (*Ministry of Environment, 2007* dalam Amaliah, 2018).

### D. Kerangka Teori



Kerangka Teori 2.3

Sumber: Depkes 1994, Depkes 1996, dan Permenkes No. 32 Tahun 2017