

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Pustaka

1. Sumur Gali

a. Pengertian Sumur Gali

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 736 Tahun 2010 menyatakan bahwa air minum bukan jaringan perpipaan adalah air minum yang berasal dari sumur dangkal, sumur pompa tangan, bak penampungan air hujan, terminal air, mobil tangki air atau bangunan perlindungan mata air. Sumur gali adalah satu konstruksi sumur yang paling umum dan banyak digunakan untuk mengambil air tanah bagi masyarakat kecil dan rumah-rumah perorangan sebagai air minum dari permukaan tanah (Dhani Hapsari, 2015).

Menurut Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (2020), sumur gali merupakan sarana untuk menyadap dan menampung air tanah dan akuifer yang digunakan sebagai sumber air baku untuk air bersih atau air minum.

Konstruksi sumur gali adalah kondisi atau keadaan fisik sumur gali yang meliputi jarak dinding sumur dari lantai, tinggi bibir sumur, ukuran lantai sumur, jarak dengan sumber pencemar dan dilengkapi dengan kerekan timba dan penutup sumur gali.

Beberapa faktor yang dapat memengaruhi kualitas sumur gali adalah rembesan yang berasal dari tempat pembuangan kotoran manusia, kakus/jamban dan hewan dari limbah sumur karena lantai dan saluran air limbah yang tidak kedap air, keadaan konstruksi sumur yang tidak memerhatikan jarak antara sumur dengan sumber pencemar (Gracia, 2018).

Sumur gali menyediakan air yang berasal dari lapisan tanah yang relatif dekat dari permukaan tanah, oleh karena itu dengan mudah terkena kontaminasi melalui rembesan. Rembesan tersebut berasal dari tempat pembuangan kotoran manusia kakus/jamban dan hewan, serta dari limbah sumur itu sendiri, baik karena lantainya maupun dekat dengan sumber pencemar (Entjang, 2000).

b. Persyaratan Umum Sumur Gali

Sumur gali berbentuk bulat atau persegi dengan diameter sumur bulat 80 cm dengan kedalaman minimal 2 meter dari permukaan air minimal atau pada saat musim kemarau (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat 2017).

c. Lokasi Penempatan Sumur Gali

Menurut Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (2017), lokasi penempatan sumur gali adalah sebagai berikut:

- 1) Lokasi mudah dijangkau atau tidak terlalu jauh dari rumah-rumah disekitar.

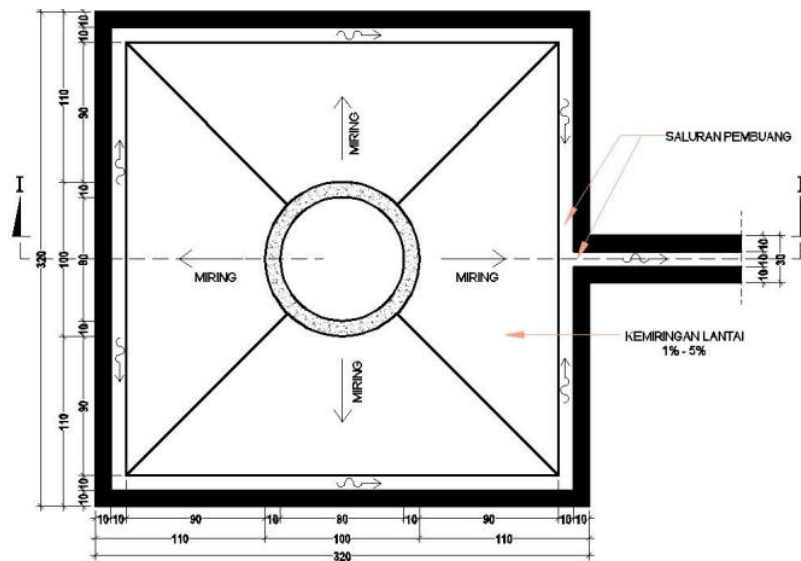
- 2) Penentuan lokasi yang layak untuk sumur gali akan digunakan untuk umum harus dimusyawarahkan terlebih dahulu.
 - 3) Jarak sumur gali dengan sumber pencemar seperti cubluk, tangki septik, pembuangan sampah dan lainnya adalah 10 meter.
 - 4) Sumur air bersih yang digunakan secara bersama (komunal) jarak ke pemakai maksimal 50 cm.
 - 5) Sumur tidak boleh terendam banjir.
- d. Tipe Sumur Gali

Tipe sumur gali terdapat dua macam yakni tergantung pada kondisi tanah yang mudah atau tidak mudah retak.

Tabel 2.1 Tipe Sumur Gali

Tipe	Kondisi Tanah	Konstruksi
I	Bila keadaan tanah tidak menunjukkan gejala mudah retak atau runtuh	Tinggi bibir sumur dibuat dari pasangan bata/batako/batu belah yang diplester bagian luar dan dalam setinggi 80 cm dari permukaan lantai, dinding dari bahan yang sama sedalam minimal 300 cm dari permukaan lantai
II	Bila keadaan tanah menunjukkan gejala mudah retak atau runtuh	Tinggi bibir sumur dibuat dari pasangan bata/batako/batu belah yang diplester bagian luar dan dalam setinggi 80 cm dari permukaan lantai, dinding sampai kedalaman sumur dari pipa beton sedalam minimal 300 cm dari permukaan lantai. Pipa beton harus kedap air dan sisanya berlubang

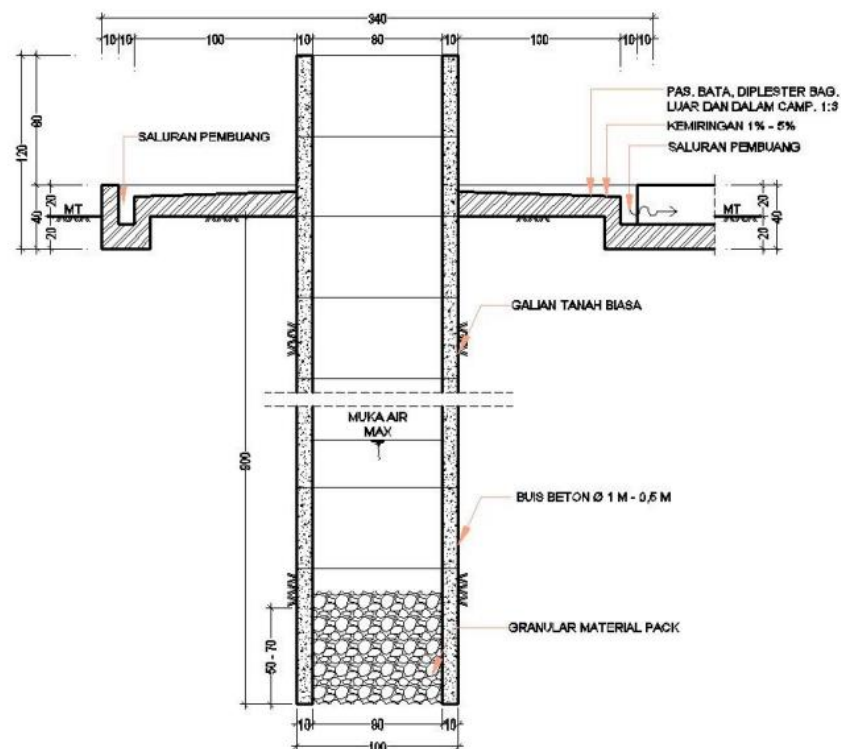
Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (2017)



Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (2017)

Gambar 2.1

Sumur Gali Tipe I



Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (2017)

Gambar 2.2

Sumur Gali Tipe II

e. Faktor yang Mempengaruhi Pencemaran Sumur Gali

Menurut Kusnoputranto (1997) ada beberapa faktor yang dapat menimbulkan pencemaran terhadap sumur gali, yakni sebagai berikut:

1) Kondisi Fisik Sumur Gali

Kondisi fisik sumur gali adalah bagian konstruksi bangunan dan sarana yang mendukung sanitasi sumur gali. Sumur gali yang tidak sesuai dengan persyaratan yang termuat dalam petunjuk konstruksi air minum sumur gali yang dibuat oleh Departemen Kesehatan RI tahun 1996 tentang penyehatan air ini mudah mengalami kontaminasi oleh limbah dan juga dapat terkontaminasi bakteri. Ketentuan mengenai persyaratan teknis konstruksi sumur gali mencakup bentuk, tipe, komponen dan perlengkapan/sistem pengambilan air serta penetapan bangunan sumur gali. Ketentuan persyaratan konstruksi sumur gali meliputi adanya jarak dinding sumur gali dari lantai sepanjang 3 meter, adanya tinggi bibir sumur gali setinggi 80 cm dari permukaan lantai, adanya ukuran lantai sumur gali yang mengelilingi sumur gali selebar 1 meter, adanya kerekan sumur yang memudahkan pengambilan air, adanya penutup sumur yang digunakan untuk mencegah kemungkinan benda atau kotoran masuk ke dalam sumur gali serta adanya jarak sumber pencemar seperti *septic tank*

atau lubang pembuangan air limbah sejauh 10 meter (Depkes RI, 1996).

2) Perilaku

Kebiasaan masyarakat membuat sumur gali tanpa bibir sumur, 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.

3) Porositas dan Permeabilitas Tanah

Porositas dan permeabilitas tanah akan berpengaruh pada penyebaran bakteri koliform, hal ini dapat disebabkan karena air merupakan alat transportasi bakteri dalam tanah. Semakin besar porositas dan permeabilitas tanah maka semakin besar kemampuan melewati air yang berarti jumlah bakteri yang dapat bergerak mengikuti aliran tanah semakin besar.

4) Curah Hujan

Air hujan yang mengalir di permukaan tanah dapat menyebarkan bakteri koliform yang ada di permukaan tanah. Meresapnya air hujan ke dalam lapisan tanah dapat mempengaruhi bergeraknya bakteri koliform di dalam lapisan tanah. Semakin banyak air hujan yang meresap ke dalam lapisan tanah maka semakin besar kemungkinan terjadinya pencemaran.

Pada musim hujan tingkat *E. 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 dari itu banyak penyakit menular melalui air.

5) Umur Sumur

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

f. Kondisi Fisik Sumur Gali

Ketentuan mengenai persyaratan teknis konstruksi sumur gali mencakup bentuk, tipe, komponen dan perlengkapan/sistem pengambilan air serta penetapan bangunan sumur gali. Menurut

Departemen Kesehatan RI (1996) ketentuan persyaratan konstruksi sumur gali meliputi:

1) Jarak Dinding Sumur Gali dari Lantai

Dinding sumur gali digunakan untuk mengurangi perembesan air tanah yang ada di dalam air tanah di sekitar sumur gali yang digunakan oleh masyarakat. Jarak dinding sumur gali yang dibuat lebih tinggi dapat mengurangi kemungkinan terjadinya perembesan air tanah dimana perembesan tersebut dapat menimbulkan keberadaan bakteri di dalam sumur gali.

2) Tinggi Bibir Sumur Gali

Bibir sumur gali bertujuan sebagai pencegah pengotor atau pencemaran dari air permukaan apabila daerah tersebut merupakan daerah banjir dan menjaga keamanan dalam pengambilan air. Bibir sumur gali yang dibuat semakin tinggi dapat mencegah pencemaran atau pengotor maupun bakteri yang dapat masuk ke dalam sumur gali.

3) Ukuran Lantai Sumur Gali

Lantai sumur gali berfungsi untuk melindungi air sumur gali dari kemungkinan sumber pencemar yang berasal dari limbah sekitar sumur gali melalui resapan, sehingga semakin lebar ukuran lantai sumur gali dapat mengurangi kemungkinan terjadinya perembesan bakteri oleh resapan limbah yang dapat masuk ke dalam sumur gali.

4) Kerekan Sumur

Sumur gali harus dilengkapi oleh kerekan untuk memudahkan pengguna dalam pengambilan air.

5) Penutup Sumur

Sumur gali dilengkapi oleh penutup sumur untuk menghindari kemungkinan benda atau kotoran masuk ke dalam sumur gali.

6) Jarak Sumber Pencemar

Sumur gali menghasilkan air yang berasal dari dalam tanah, jarak antara sumur gali dengan sumber pencemar (*septic tank* atau lubang pembuangan air limbah) yang semakin tinggi dapat mencegah air sumur gali terkena kontaminasi melalui perembesan dari sumber pencemar.

g. Pemeliharaan Sumur Gali

Menurut Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (2017), pemeliharaan sumur gali dibagi menjadi 2 yakni pemeliharaan harian atau mingguan serta pemeliharaan bulanan dan tahunan.

1) Pemeliharaan harian atau mingguan

- a) Bersihkan bangunan disekitar sumur.
- b) Periksa semua lantai sumur dan tambal dengan semen jika ada yang pecah atau retak.
- c) Periksa ember, tali ember dan katrol.

- d) Beri minyak pelumas pada katrol atau kerekan.
- e) Cek rantai terhadap kerusakan dan keretakan.
- f) Bersihkan saluran pembuangan serta pantau terhadap kerusakan atau keretakan.

2) Pemeliharaan bulanan dan tahunan

Pemeliharaan bulanan dan tahunan berupa pemeriksaan bagian bibir sumur, tali, ember, katrol atau timba serta badan dan rantai sumur terhadap kerusakan, kencangkan baut dan periksa bagian yang aus.

2. Standar Baku Mutu Sumber Air Minum Sumur Gali

Air minum yang aman (layak) bagi kesehatan berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 416 Tahun 1990 adalah air minum dengan memenuhi persyaratan secara fisik, kimia, mikrobiologis dan radioaktif yang dimuat dalam parameter wajib dan parameter tambahan. Parameter wajib merupakan persyaratan kualitas air minum yang wajib diikuti dan ditaati oleh seluruh penyelenggara air minum.

Parameter wajib terbagi menjadi dua yakni parameter yang berhubungan langsung dengan kesehatan dan parameter yang tidak langsung berhubungan dengan kesehatan. Parameter yang tidak langsung berhubungan dengan kesehatan yakni sebagai berikut:

a. Parameter Fisik

Tabel 2.2 Parameter Fisik

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
1	Bau		Tidak berbau
2	Total zat padat terlarut (TDS)	mg/l	1500
3	Kekeruhan	NTU	25
4	Rasa		Tidak berasa
5	Suhu	°C	Suhu udara ± 3
6	Warna	TCU	15

Sumber: Permenkes No. 416 Tahun 1990

b. Parameter Kimiawi

Tabel 2.3 Parameter Kimiawi

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
1	Aldrin dan dieldrin	mg/l	
2	Benzene	mg/l	
3	Benzo (a) pyrene	mg/l	
4	Chlordane (total isomer)	mg/l	
5	Chloroform	mg/l	
6	2,4 – D	mg/l	
7	DDT	mg/l	
8	Detergen	mg/l	
9	1,2 Dichloroethane	mg/l	
10	1,1 Dichloroethane	mg/l	
11	Heptachlor dan heptachlor epoxide	mg/l	
12	Hexachlorbenzene	mg/l	
13	Gamma-HCH (Lindane)	mg/l	
14	Methoxychlor	mg/l	
15	Pentachlorophenol	mg/l	
16	Pestisida Total	mg/l	
17	2, 4, 6, - Trichlorophenol	mg/l	
18	Zat Organik (KMNO ₄)	mg/l	

Sumber: Permenkes No. 416 Tahun 1990

Parameter yang berhubungan langsung dengan kesehatan yakni sebagai berikut:

a. Parameter Mikrobiologi

Tabel 2.4 Parameter Mikrobiologi

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
1	<i>E. Coli</i>	Jumlah per 100 ml sampel	50
2	Total Koliform	Jumlah per 100 ml sampel	50

Sumber: Permenkes No. 416 Tahun 1990

b. Kimia an-organik

Tabel 2.5 Parameter Kimia an-organik

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
1.	Air Raksa	mg/l	0,001
2	Arsen	mg/l	0,05
3	Besi	mg/l	1,0
4	Fluorida	mg/l	1,5
5	Kadmium	mg/l	0,005
6	Ca CO ₃	mg/l	500
7	Khlorida	mg/l	600
8	Kromium, valensi 6	mg/l	0,05
9	Mangan	mg/l	0,5
10	Nitrat, (Sebagai N)	mg/l	10
11	Nitrit, (Sebagai N)	mg/l	1,0
12	pH		6,5 – 9,0
13	Selenium	mg/l	0,01
14	Seng	mg/l	15
15	Sianida	mg/l	0,1
16	Sulfat	mg/l	400
17	Timbal	mg/l	0,05

Sumber: Permenkes No. 416 Tahun 1990

Parameter radioaktif adalah yakni sebagai berikut:

Tabel 2.6 Parameter Tambahan Pada Radioaktif

Jenis Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
Gross alpha activity	Bq/l	0,1
Gross beta activity	Bq/l	1

Sumber: Permenkes No. 416 Tahun 1990

Berdasarkan Permenkes Nomor 736 Tahun 2010, pelaksanaan inspeksi sanitasi, pengambilan sampel air minum dan pengujian kualitas air minum dilaksanakan oleh tenaga terlatih yakni seperti petugas laboratorium, sanitarian dan tenaga lain yang memiliki keterampilan untuk melakukan inspeksi sanitasi atau pengambilan sampel air minum yang dibuktikan dengan sertifikat pelatihan. Frekuensi inspeksi sanitasi pada lokasi sumur gali adalah sebanyak 2 kali pertahun.

3. *Escherichia coli* (*E. coli*)

a. Pengertian *E. coli*

Escherichia coli (*E. coli*) adalah bakteri yang hidup di dalam usus manusia dan hewan berdarah panas, *E. coli* patogen dapat menyebabkan penyakit baik diare maupun penyakit di luar saluran usus (WHO, 2018). *E. coli* merupakan salah satu bakteri koliform yang termasuk dalam family Enterobacteriaceae. Enterobacteriaceae merupakan bakteri enterik atau bakteri yang dapat hidup dan bertahan di dalam saluran pencernaan. *E. coli* merupakan bakteri yang berbentuk batang bersifat Gram-negatif, fakultatif anaerob dan tidak membentuk spora serta merupakan flora alami pada usus mamalia (Ema, 2018).

E. coli juga merupakan bakteri indikator kualitas air minum karena keberadaannya di dalam air mengindikasikan bahwa air tersebut terkontaminasi oleh feses yang kemudian juga mengandung mikroorganisme enterik patogen lainnya (Ema, 2018).

E. coli adalah grup koliform yang mempunyai sifat dapat memfermentasi *lactose* dan memproduksi asam dan gas pada suhu 37°C maupun suhu 44,5 + 0,5°C dalam waktu 48 jam. Sifat ini digunakan untuk membedakan bakteri *E. coli* dari *Enterobacter*, karena *Enterobacter* tidak dapat membentuk gas dari *lactose* pada suhu 44,5 + 0,5°C.

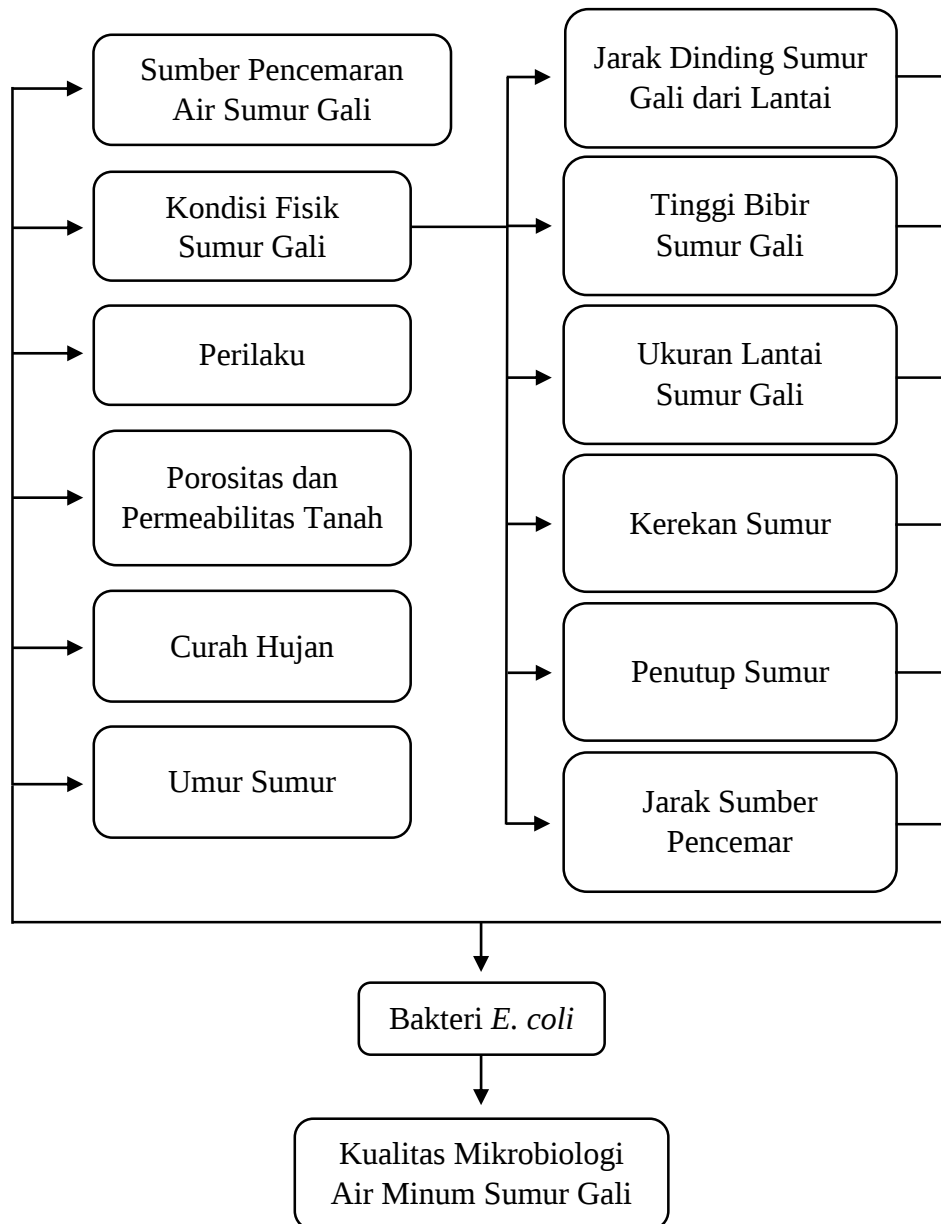
b. Patogenitas *E. coli*

Patogenitas merupakan kemampuan suatu organisme untuk menimbulkan penyakit. *Escherichia coli* (*E. coli*) dapat menimbulkan suatu gejala penyakit bila mampu masuk ke dalam tubuh inangnya dan mampu beradaptasi serta bertahan di dalam tubuh manusia, kemudian menyerang sistem imun dan akhirnya menimbulkan penyakit (Ema, 2018).

Mekanisme patogenesis *E. coli* dilakukan melalui beberapa tahapan seperti bakteri patogen lainnya. Tahapan tersebut adalah kolonisasi pada titik tertentu di bagian sel permukaan usus (sel mukosa), pembelahan sel, kerusakan sel usus, melintasi sel usus dan memasuki aliran darah, penambatan ke organ target dan akhirnya menyebabkan kerusakan organ (Ema, 2018).

B. Kerangka Teori

Berdasarkan uraian diatas, maka dapat dirumuskan kerangka teori sebagai berikut:



Sumber: Kusnoputranto (1997), Departemen Kesehatan RI (1996), Permenkes No. 416 Tahun 1990, PP No. 22 Tahun 2021.

Gambar 2.3
Kerangka Teori