

**IDENTIFIKASI BAKTERI *Escherichia coli* PADA AIR PDAM DAN AIR
SUMUR DI KELURAHAN GEDONG AIR BANDAR LAMPUNG**

(Skripsi)

**Oleh
DEVI RESTINA**



**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN DOKTER
FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDARLAMPUNG
2017**

**IDENTIFIKASI BAKTERI *Escherichia coli* PADA AIR PDAM DAN AIR
SUMUR DI KELURAHAN GEDONG AIR BANDAR LAMPUNG**

Oleh

Devi Restina

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar
SARJANA KEDOKTERAN**

Pada

**Fakultas Kedokteran
Universitas Lampung**



**FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2017**

ABSTRAK

IDENTIFIKASI BAKTERI *Escherichia coli* PADA AIR PDAM DAN AIR SUMUR DI KELURAHAN GEDONG AIR BANDAR LAMPUNG

Oleh

DEVI RESTINA

Latar Belakang: Indonesia memiliki beberapa jenis sumber air. Sumber air yang sering digunakan oleh masyarakat adalah air PDAM dan air sumur gali. Kualitas air yang baik adalah air yang terbebas dari mikroorganisme salah satunya adalah *Escherichia coli*. Air yang mengandung bakteri dapat menularkan penyakit melalui air. Salah satu penyakit yang dapat ditularkan melalui air adalah penyakit diare. Prevalensi diare di Bandar Lampung pada bulan Januari hingga bulan April 2016 berjumlah sebesar 6.764 kasus dengan kasus terbanyak berada di Puskesmas Gedong Air. Tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi adanya *E.coli* pada air sumur dan air PDAM di Kel.Gedong Air dan mengetahui presentasi bakteri *E.coli* pada sampel air tersebut.

Metode: Penelitian ini dilakukan pada bulan Oktober 2016 di Kelurahan Gedong Air yang segera dibawa ke Laboratorium Kesehatan Daerah Bandar Lampung dan penelitian ini menggunakan metode *cross sectional* dengan jumlah sampel 12 air sumur dan 12 air PDAM. Sampel diuji dengan metode MPN dan biokimia dan dianalisis secara univariat dan bivariat menggunakan uji *Chi Square*.

Hasil: Untuk air PDAM didapatkan hasil 7 sampel (58,3%) positif mengandung *E.coli* dan untuk air sumur didapatkan hasil 1 sampel (8,3%) positif mengandung *E.coli*. Hasil penelitian didapatkan air PDAM dan air sumur berhubungan secara signifikan ($p < 0,027$) dengan bakteri *E.coli*.

Simpulan: Terdapat hubungan yang signifikan antara bakteri *Escherichia coli* dengan air PDAM dan air sumur di Kel.Gedong Air Bandar Lampung.

Kata kunci: air PDAM, air sumur, diare, *Escherichia coli*.

ABSTRACT

IDENTIFICATION OF *Escherichia coli* BACTERIA ON MUNICIPAL WATERWORKS AND WATER WELL IN GEDONG AIR DISTRICT BANDAR LAMPUNG

By

DEVI RESTINA

Background: Indonesia has some type of water sources. The water sources frequently used by public are municipal waterworks and water wells. Good quality water is free from microorganisms one of which is *Escherichia coli*. The water containing bacteria can spread the disease through the water. One of the diseases that can be transmitted through water is diarrhea. The prevalence of diarrhea in Bandar Lampung on January until April 2016 was 6,764 cases with most cases at Puskesmas Gedong Air. The purpose of this study is to identify the presence of *E. coli* bacteria in water wells and municipal waterworks in Gedong Air District and know *E. coli* bacteria presentation in water sample.

Methods: This study was conducted in October 2016 in Gedong Air District. The sample was immediately taken to the Regional Health Laboratory in Bandar Lampung. This study used cross sectional method with 12 water wells and 12 municipal waterworks samples. Samples were assayed by MPN and biochemistry and analyzed by univariate and bivariate using *Chi Square*.

Results: Municipal waterworks showed 7 samples (58.3%) positive for *E. coli* and well water was obtained one sample (8.3%) positive for *E. coli*. The result showed municipal waterworks and well water correlated significantly ($p < 0.027$) with *E. coli* bacteria.

Conclusion: There is a significant correlation between the bacterium *Escherichia coli* with municipal waterworks and well water in Gedong Air District, Bandar Lampung.

Keywords: diarrhea, *Escherichia coli*, municipal waterworks, water wells.

Judul Skripsi : **IDENTIFIKASI BAKTERI *Escherichia coli* PADA AIR PDAM DAN AIR SUMUR DI KELURAHAN GEDONG AIR BANDAR LAMPUNG**

Nama Mahasiswa : **Devi Restina**

Nomor Pokok Mahasiswa : 1318011053

Program Studi : Pendidikan Dokter

Fakultas : Kedokteran



dr. M. Ricky Ramadhian, S.Ked, M.Sc
NIP. 19830615 200812 1 001

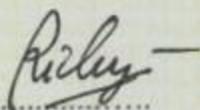
dr. Tri Umiana Soleha, S.Ked, M.Kes
NIP. 19760903 200501 2 001

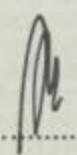


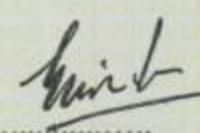
Dr. dr. Muhartono, S.Ked, M.Kes, Sp.PA
NIP. 19701208 200112 1 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : dr. M. Ricky Ramadhian, S.Ked, M.Sc 

Sekretaris : dr. Tri Umiana Soleha, S.Ked, M.Kes 

Penguji
Bukan Pembimbing : Prof. Dr. dr. Efrida Wn, M.Kes, Sp.MK 

2. Dekan Fakultas Kedokteran


Dr. dr. Mulharto, S.Ked, M.Kes, Sp.PA
NIP. 19701208 200112 1 001

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 18 Januari 2017

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan dengan sebenarnya, bahwa:

1. Skripsi berjudul “IDENTIFIKASI BAKTERI *Escherichia coli* PADA AIR PDAM DAN AIR SUMUR DI KELURAHAN GEDONG AIR BANDAR LAMPUNG” adalah hasil karya sendiri dan tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan atas karya penulis lain dengan cara tidak sesuai dengan tata etika ilmiah yang berlaku dalam masyarakat akademik atau yang disebut plagiarism.
2. Hak intelektualitas atas karya ilmiah ini diserahkan sepenuhnya kepada Universitas Lampung.

Atas pernyataan ini apabila dikemudian hari ternyata ditemukan adanya ketidakbenaran, saya bersedia menanggung akibat dan sanksi yang diberikan kepada saya.

Bandar Lampung, Januari 2017



Devi Restina
NPM. 1318011053

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Bandar Lampung pada tanggal 12 Desember 1995 sebagai anak ke empat dari empat bersaudara dari Bapak Drs.H.Syaprodi M.Pd dan Ibu Dra.Hj.Nurbaiti Murni.

Pendidikan Taman Kanak-Kanak (TK) diselesaikan di TK Pertiwi Bandar Lampung pada tahun 2001, Sekolah Dasar (SD) diselesaikan di SDN 2 Rawa Laut (Teladan) Bandar Lampung pada tahun 2007, Sekolah Menengah Pertama (SMP) diselesaikan di SMPN 4 Bandar Lampung pada tahun 2011 dan Sekolah Menengah Atas (SMA) diselesaikan di SMAN 2 Bandar Lampung pada tahun 2013.

Tahun 2013, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Lampung melalui jalur Penerimaan Bibit Unggul Daerah (PBUD) Provinsi Lampung.

Selama menjadi mahasiswa, penulis mengikuti beberapa kegiatan organisasi Forum Studi Islam Ibnu Sina sebagai anggota periode 2013-2014 dan Gen-C sebagai anggota periode 2013-2014.

*Dengan penuh cinta, kasih dan semangat
Skripsi ini kupersembahkan untuk
Mama, Papa,
Kakak-kakakku,
Keluarga Besar dan Semua orang yang ku
sayangi dan kubanggakan*

*Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Karena itu apabila
engkau telah selesai (dari suatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang
lain). Dan hanya kepada Tuhanmulah engkau berharap.
(Q.S. Al Insyirah 6-8).*

SANWACANA

Segala puji dan syukur penulis ucapkan atas rahmat Allah SWT, Tuhan Yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang, yang telah melimpahkan nikmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Shalawat beserta salam semoga senantiasa tercurah kepada suri tauladan dan nabi akhir zaman Rasulullah Muhammad SAW beserta para keluarganya, para sahabatnya dan kita selaku umatnya akhir zaman.

Skripsi dengan judul “Identifikasi Bakteri *Escherichia coli* Pada Air PDAM dan Air Sumur di Kelurahan Gedong Air Bandar Lampung” adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Kedokteran di Universitas Lampung.

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Hasriadi Mat Akin, M.P., selaku Rektor Universitas Lampung.
2. Dr. dr. Muhartono, M.Kes., Sp.PA selaku dekan Fakultas Kedokteran Universitas Lampung.
3. dr. M. Ricky Ramadhian, M.Sc selaku Pembimbing Pertama atas kesabaran, kebaikan, dan kesediaannya untuk memberikan bimbingan, saran dan kritik

dalam proses penyelesaian skripsi ini serta selalu meluangkan waktunya untuk bimbingan dan tidak pernah mengurangi perhatiannya walaupun harus membagi waktu dengan banyak mahasiswa bimbingan lainnya.

4. dr. Tri Umiana Sholeha, M.Kes selaku Pembimbing Kedua atas seluruh bantuan yang telah dokter berikan, kebaikan hati dan kesediaanya untuk memberikan bimbingan, saran dan kritik serta selalu memberikan perhatian dan pengertian dalam proses penyelesaian skripsi ini.
5. Prof. Dr. dr. Efrida Warganegara, M.Kes., Sp.MK selaku Pembahas yang begitu perhatian memberikan masukan dan tak segan memberikan bimbingan ketika penulis mengalami kesulitan dalam proses penyelesaian skripsi. Terima kasih atas waktu, ilmu dan saran-saran yang telah diberikan baik saat maupun di luar waktu seminar.
6. dr. Ade Yonata, Sp.PD selaku Pembimbing Akademik yang selalu memberikan perhatian dan dukungan pada seluruh anak bimbingannya.
7. Papa dan Mama tercinta yang selalu dan tidak pernah lupa untuk mendoakanku setiap waktu, memelukku disaat aku merasa lelah dan putus asa, menguatkan dan memberikan motivasi yang luar biasa serta perhatian yang tak henti-hentinya. Terimakasih untuk kesabaran, keikhlasannya, kasih sayang, doa yang tulus dan segala sesuatu yang telah diberikan kepadaku hingga saat ini. Semoga aku selalu dapat membanggakan dan membahagiakan serta selalu ada untuk

mama papa.

8. Ajo Andre Setiawan, Abang Jaka Darmawan, Adin Sanda Mahardika, Paduka Dyah Surya Agustine Sesunan, Minak Ita Mayasari, Kak Mulia Selvia, Keponakan kesayangan Anindya Ayudhia Inara. Terima kasih karena kalian telah mendukung, menghibur, memotivasi, menyarankan dan mendoakanku selalu.
9. Warga Kelurahan Gedong Air Bandar Lampung yang baik hati telah meluangkan waktu dan memberikan izin untuk penelitian skripsiku.
10. Tito Tri Saputra terima kasih banyak atas seluruh waktunya yang selalu ada saat suka dan duka, bantuan, dukungan, motivasi, dan perhatian yang selalu diberikan, semoga kita menjadi dokter sukses yang bisa berguna untuk semua orang di kemudian hari bersama teman-teman cere13ellums lainnya.
11. Sahabat dan calon sejawat Meylita Zahra R.E, Nurul Purna Mahardika, Tryda Meutia Anwar, Dika Pratiwi Adifa, Diah Ayu Mariam, Agtaria Dwi Molita, Chendykia Pusvita Negara (Keluarga Adek) terima kasih atas hiburan, dukungan, dan perhatiannya semoga kita selalu kompak dan bisa mewujudkan cita-cita kita.
12. Sahabat-sahabat saya sejak SMP Aninda Nur K.S, Anggita Gardeesna Sari, Fitri Ananda, Reviana Paramitha, Hestia Melani Malano yang selalu ada dari SMP hingga sekarang. Terima kasih atas bantuan, dukungan, motivasi, canda

tawa dan doanya.

13. Bapak Lamiran serta semua karyawan di Lab Kesehatan Daerah Prov.Lampung tepatnya di Bag.Mikrobiologi yang sangat membantu sejak awal persiapan penelitian hingga selesainya penelitian. Terima kasih atas kritik, saran, bantuan dan waktunya.
14. Teman-teman belajar Indrani Nur W.P, Sayyidatunisa, Fauziah lubis, Faridah alatas dan anak kosan ijo lainnya terima kasih atas kerjasama, bantuan dan dukungannya.
15. Teman-teman angkatan CERE13ELLUMS yang tidak bisa disebutkan satu persatu. Terima kasih atas dukungan dan doanya. Tetap kompak CERE13ELLUMS hingga tua nanti kita telah menjadi dokter yang profesional dan berkompeten dan selalu saling membantu dan menjadi contoh untuk adik-adik dan kakak-kakak.
16. Seluruh Staf Dosen FK Unila atas ilmu yang telah diberikan kepada penulis untuk menambah wawasan yang menjadi landasan untuk mencapai cita-cita.
17. Seluruh Staf Tata Usaha dan Akademik FK Unila.
18. Sahabat-sahabat manja smanda Irva Arifin, Tetania Tiara Putri, Nidya Annisa Putri, Annisa Aprilia, Putri Pratiwi, Nadira Aulia, Lathifa Meisya, Gigih Rizaldianto, Wan Ahmad Rulianzahdi.

19. Bapak dan ibu di rumah KKN desa sanggi padang cermin.
20. Anggita dan kak risol.
21. Kakak-kakak alumni Fakultas Kedokteran Unila angkatan 2002-2012 dan Adek-Adek angkatan 2014-2016.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Akan tetapi, sedikit harapan semoga skripsi yang sederhana ini dapat berguna dan bermanfaat bagi kita semua dan bisa menjadi sumber pengetahuan baru kepada setiap orang yang membacanya. Aamiin.

Bandar Lampung, Januari 2017

Penulis,

Devi Restina

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	i
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR	iv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	6
1.4.1 Bagi Peneliti.....	6
1.4.2 Bagi Masyarakat.....	6
1.4.3 Bagi Pemerintah.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Tinjauan Pustaka.....	7
2.1.1 Kriteria Baku Mutu Air.....	10
2.1.2 Karakteristik Sanitasi Air.....	11
2.1.2.1 Penyediaan Sarana Air Bersih (SAB).....	11
2.2. Syarat Air Bersih.....	12
2.3. Mikroorganisme Dalam Air.....	14
2.4. Penyebaran Penyakit Melalui Air.....	15
2.4.1 Kontaminasi Patogen Dalam Sumber Air.....	17
2.5. Penyakit Yang Disebabkan Oleh <i>E.coli</i>	18
2.6. Uji Identifikasi <i>E.coli</i>	21
2.6.1 Uji <i>Most Probable Number</i> (MPN).....	21
2.6.2 Uji Biokimia.....	24
2.6.3 Pewarnaan Gram.....	26
2.7. Diare.....	26
2.7.1 Pengertian Diare.....	26
2.7.2 Epidemiologi Diare.....	27
2.7.3 Etiologi Diare.....	28

2.7.4 Faktor Risiko Diare.....	28
2.7.5 Cara Penularan Diare.....	31
2.8. Kerangka Teori.....	32
2.9. Kerangka Konsep.....	34
2.10. Hipotesis.....	34

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Desain Penelitian	35
3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian	35
3.3 Populasi dan Sampel.....	35
3.4 Variabel Penelitian.....	36
3.5 Definisi Operasional.....	37
3.6 Bahan Penelitian.....	37
3.7 Alat-Alat penelitian.....	38
3.8 Media Yang Digunakan	38
3.9 Prosedur Penelitian.....	38
3.10 Analisis Data.....	44
3.11 Alur Penelitian.....	46
3.12 <i>Ethical Clearance</i>	47

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Penelitian.....	48
4.1.1 Analisis Univariat.....	50
4.1.1.1 Air PDAM dan Air Sumur.....	50
4.1.2 Analisis Bivariat.....	50
4.2. Pembahasan.....	52

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan.....	60
5.2. Saran.....	60

DAFTAR PUSTAKA.....	48
----------------------------	-----------

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Syarat Kualitas Air.....	13
2. Jenis Patogen Kontaminan.....	18
3. Definisi Operasional.....	37
4. Hasil Perhitungan Bakteri.....	49
5. Distribusi Responden Pada Air PDAM dan air Sumur.....	50
6. Hasil Analisis Bivariat.....	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Cara Meneteskan Sampel Ke Dalam Media LB.....	23
2. Kerangka Teori Penelitian.....	33
3. Kerangka Konsep Penelitian.....	34
4. Alur Penelitian.....	46
5. Hasil Interpretasi Setelah Dilakukan Pengujian.....	48

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penyakit diare pada balita di Bandar Lampung tahun 2014 mencapai 17.605 kasus, sedangkan pada tahun 2015 total kasus kejadian diare meningkat hingga mencapai 18.231. Kita dapat melihat sendiri bahwa dalam waktu yang singkat kasus diare makin meningkat. Pada tahun 2016 dari bulan Januari hingga bulan April kasus diare di Bandar Lampung berjumlah sebesar 6.764 dengan kasus terbesar berada di Puskesmas Gedong Air yaitu sebanyak 746 kasus (Dinkes Kota Bandar Lampung, 2016).

Penyebab diare paling dominan diyakini akibat dari kontaminasi bakteri pada air. Air merupakan salah satu komponen yang paling dekat dengan manusia dan juga menjadi kebutuhan tetap bagi kualitas dan kelanjutan dari kehidupan manusia. Oleh sebab itu maka air yang kita gunakan sehari-hari harus tersedia dalam kualitas dan kuantitas yang memadai. Air juga merupakan suatu komponen ekosistem yang sangat penting bagi kehidupan semua makhluk hidup dan karena air bersih sangatlah penting bagi kehidupan maka sektor air bersih menjadi suatu prioritas penanganan utama menyangkut kelangsungan hidup semua manusia

sehingga perlu disediakan sarana penyediaan air bersih oleh pemerintah (Az-Zahra *et al.*,2014).

Salah satu penyedia air bersih yang ada di Indonesia adalah Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM). PDAM merupakan suatu perusahaan yang mengelola air melalui sistem perpipaan dan telah mengalami pengolahan sebelum digunakan oleh masyarakat. Air PDAM dimanfaatkan oleh banyak warga di berbagai daerah termasuk di kota Bandar Lampung. Menurut Badan Pendukung Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum (BPPSPAM) tahun 2013, di Indonesia sendiri pada tahun 2012 terlihat hanya ada 171 dari 328 PDAM yang termasuk dalam kategori “sehat” sisanya masih ada “kurang sehat” dan “sakit”.

Ada beberapa PDAM di Indonesia Timur masih kekurangan infrastruktur, tetapi meraih predikat “sehat” contohnya di Provinsi Nusa Tenggara Timur (Kab. Manggarai, Flores Timur dan Kota Kupang), Provinsi Papua Barat (Kab. Fak-Fak) dan Provinsi Papua (Kab. Kepulauan Yapen dan Jayapura). Sebaliknya pada daerah kota yang tergolong maju di Indonesia Bagian Barat seperti di Jawa (Kota Blitar dan Mojokerto), Sumatera (Kota Bandar Lampung), dan Kalimantan (Kota Singkawang) justru menyandang predikat “sakit”. Keadaan ini memberikan suatu indikasi bahwa kinerja PDAM tidak memiliki hubungan kausalitas yang kuat dengan lokasi dan infrastruktur daerah dimana PDAM itu berada (Damayanty, 2013). Selain air PDAM, sarana penyedia air bersih adalah sumur gali.

Sumur gali adalah satu konstruksi sumber utama persediaan air bersih bagi penduduk yang tinggal di daerah pedesaan maupun di perkotaan Indonesia. Sekitar 45% masyarakat di Indonesia menggunakan beberapa jenis sumur sebagai sarana air bersih dan sebagian besar dari 45% tersebut memakai sumur jenis sumur gali. Sumur gali sendiri mempunyai kualitas bakteriologis yang mudah terkontaminasi (Chandra, 2007). Sumur gali menyediakan air yang berasal dari lapisan tanah yang relatif dekat dengan permukaan tanah dan oleh karena itu sumur gali mudah terkontaminasi melalui rembesan yang berasal dari kotoran manusia, hewan, maupun untuk keperluan domestik rumah tangga (Katiho, 2016). Tentu saja jarak sumur perlu diperhatikan untuk keperluan hidup manusia.

Pada jarak kurang dari 11 meter, sumur gali bisa terkontaminasi dengan kotoran manusia (tinja) yang mengandung bakteri yakni *Escherichia coli* (*E. coli*), atau penyebab penyakit bawaan air *water borne disease* yakni diare. Oleh karena itu ada baiknya untuk membuat sumur pada jarak lebih dari 11 meter agar sumur gali terhindar dari berbagai macam pencemaran yang mungkin dapat merembes ke sumur. Jarak sumur gali yang tidak memenuhi syarat kesehatan sangat memungkinkan berkembang biaknya bakteri patogen yang menyebabkan terjadinya penyakit yang ditularkan melalui air (Aramana *et al.*, 2013).

Escherichia coli adalah jenis bakteri *coliform* tinja yang biasanya ditemukan di usus manusia. *Escherichia coli* dalam air berasal dari pencemaran atau kontaminasi dari kotoran hewan dan manusia sehingga dapat menyebabkan penyakit gangguan buang air besar yang disebut diare. Adanya *Escherichia coli*

pada air menandakan bahwa air tersebut tidak layak dikonsumsi (Ramadhan, 2016).

Kita tahu bahwa air yang terkontaminasi dapat menyebabkan wabah penyakit yang ditularkan melalui air. Ada beberapa peneliti yang mencari hubungan antara kualitas air dan diare. Beberapa peneliti tersebut mempunyai hasil yang berbeda-beda. Contohnya adalah dalam penelitian Gundry, beliau tidak menemukan hubungan jelas antara penggunaan kualitas air dan diare. Namun peneliti yang bernama Gruber meneliti hal yang sama lalu beliau menemukan hubungan yang signifikan antara kualitas air yang buruk dan diare. Beliau menemukan bakteri *E.coli* sebagai indikator dari mikroorganisme dalam kualitas air. Namun, walaupun sudah diidentifikasi secara signifikan tetap hasil pasti dapat berbeda-beda (Levy, 2015).

Salah satu penyakit yang disebabkan oleh *E.coli* adalah diare. Diare merupakan suatu penyakit yang ditandai dengan perubahan bentuk dan konsistensi dari tinja yang melembek sampai mencair dan bertambahnya frekuensi buang air besar tiga kali atau lebih dalam sehari. Penyakit diare paling banyak disebabkan karena bakteri termasuk *Escherichia coli*, *Salmonella* dan *Shigella*. Di seluruh dunia, infeksi diare menjadi penyebab kedua kematian pada anak-anak (Mahapatra *et al.*, 2016). Diare menyebabkan banyak kematian pada anak-anak dibawah usia lima tahun. Organisme yang menyebabkan diare ditularkan dari orang ke orang melalui makanan dan air yang terkontaminasi dengan kotoran atau melalui kontak dari orang ke orang. Mencuci tangan setelah buang air besar atau setelah

menceboki bayi, sebelum menyiapkan makanan dan sesudah makan sangat penting karena dapat mengurangi resiko diare (EjemotNwadiaro *et al.*,2012).

Faktor yang mempengaruhi kejadian diare yang paling dominan yaitu tidak memadainya penyediaan air bersih, air tercemar oleh tinja, dan pembuangan tinja yang tidak higienis. Maka setiap individu harus memperhatikan setiap sarana yang digunakan dan memperhatikan kualitas air bersih serta tidak menggunakan air yang telah tercemar tinja yang mengandung bakteri patogen (Purna Aryana, 2014).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan pada pernyataan di atas, maka dapat ditarik suatu masalah yang dapat diteliti yaitu, apakah terdapat kontaminasi *E.coli* pada air PDAM dan air sumur di Kelurahan Gedong Air, Bandar Lampung.

1.3 Tujuan

- a. Mengidentifikasi adanya *E.coli* pada air sumur dan air PDAM yang digunakan di masyarakat.
- b. Mengetahui persentase bakteri *E.coli* pada sampel air dengan metode MPN.

1.4 Manfaat

1.4.1 Manfaat Bagi Peneliti

- a. Mendapatkan pengalaman dan pengetahuan mengenai tata cara penulisan karya ilmiah yang baik.
- b. Mengetahui keadaan air pdam dan air sumur yang digunakan sehari-hari di masyarakat
- c. Menambah pengetahuan dan pengalaman dalam bidang ilmu mikrobiologi

1.4.2 Manfaat Bagi Masyarakat

Memberikan informasi mengenai keadaan air yang digunakan di masyarakat.

1.4.3 Manfaat Bagi Pemerintah

Dapat menjadi perhatian dan acuan untuk menciptakan air yang bersih dan layak untuk digunakan sehari-hari.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kualitas Air Bersih

Air adalah suatu zat yang paling dibutuhkan dalam kehidupan setelah udara oleh semua makhluk hidup. Sekitar tiga perempat bagian dari tubuh kita terdiri dari air. Air juga dapat digunakan untuk pelarut obat, memasak, mencuci, mandi, dan membersihkan kotoran yang ada di sekitar rumah. Dalam sudut ilmu kesehatan masyarakat, penyediaan sumber air bersih harus dapat memenuhi kebutuhan masyarakat karena air yang tidak bersih akan menimbulkan beragam masalah penyakit. Oleh karena itu sumber daya air harus terus dilindungi agar dapat dimanfaatkan oleh semua makhluk hidup dan pemanfaatan air juga harus dapat dilakukan dengan bijaksana dengan memperhitungkan kepentingan hingga generasi mendatang (Nugroho,2008).

Menurut Xiang Chen, air dapat tercemar oleh polusi. Semakin tinggi pencemaran maka kualitas air akan semakin rendah. Walaupun polusi di suatu daerah tersebut telah dapat ditangani tetapi polusi tetap harus dikontrol karena polusi merupakan faktor utama dalam pengaruh kualitas air. Air limbah yang tidak diolah dan curah hujan juga termasuk sebagai sumber polusi. Air limbah memiliki efek termal, terutama yang dikeluarkan oleh pembangkit listrik yang dapat mengurangi kadar

oksigen di dalam air. Kualitas air berbeda-beda sesuai dengan lokasi daerah setempat. Hasil penelitian di Xiang Chen di Beijing menunjukkan bahwa lahan hutan, tanaman, dan air adalah jenis yang paling penting yang mempengaruhi kualitas air bersih (Chen *et al.*,2016) .

Di Indonesia sendiri pernah dilakukan survey sebelumnya dan hanya terdapat sekitar 60% penduduk yang menggunakan air bersih. Air bersih tersebut merupakan air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya telah sesuai dengan syarat kesehatan dan dapat diminum setelah dimasak terlebih dahulu (Triwibowo & Mithaerlisya,2014).

Kualitas air dapat ditentukan dilihat dari segi sifatnya seperti sifat fisik, kimia, dan kandungan bakterinya. Kondisi fisik contohnya cuaca, keadaan lahan, vegetasi, dan jenis atau keadaan tanah. Bentuk lahan juga termasuk dalam salah satu kondisi fisik. Kualitas air juga dapat dinyatakan dalam parameter. Parameter fisika dapat dilihat oleh kasat mata yaitu seperti tingkat kekeruhan, suhu, rasa, bau, warna dan sebagainya. Parameter kimia seperti derajat keasaman (pH), kandungan logam, oksigen terlarut *Dissolved Oxygen (DO)*, *Biochemical Oxygen Demand (BOD)*, *Chemical Oxygen Demand (COD)* dan sebagainya. Parameter biologi meliputi kandungan mikroorganisme dalam air (Yuliasuti,2011). Menurut Utaya, ada beberapa faktor yang mempengaruhi kualitas air, yaitu:

1. Iklim. Unsur iklim berpengaruh secara langsung terhadap kualitas air, misalnya curah hujan, tekanan udara, penguapan udara (evaporasi), dan

temperatur. Hujan yang turun di permukaan bumi membawa unsur kimia tertentu. Saat air hujan masih di udara dan belum jatuh ke permukaan bumi maka air tersebut telah bercampur dengan gas-gas seperti N_2 , O_2 , CO_2 dan Cl .

2. Geologi. Kandungan unsur kimia dalam air sangat tergantung dengan formasi geologi tempat air itu berada dan formasi geologi tempat dilaluinya air. Jika saat perjalanannya air itu melalui silikat, maka air tersebut mengandung silikat, dan jika pada perjalanannya air tersebut melalui batuan yang mengandung besi maka air tersebut akan mengandung besi, demikian seterusnya untuk unsur kimia lainnya.
3. Vegetasi. Vegetasi berperan besar pada kualitas air yang melaluinya. Terutama vegetasi yang telah mati akan membusuk dan akan mengeluarkan unsur hara seperti N, P, K dan sebagainya. Peran lain dari pembusukan vegetasi adalah pH tanah. Tanah yang banyak mengandung sisa-sisa tumbuhan yang telah mati relatif akan memiliki pH yang rendah dan bersifat asam. Dimana sifat asam akan mempengaruhi pelarutan unsur kimia tertentu.
4. Aktivitas Manusia. Semakin tinggi jumlah penduduk maka kemampuan teknologinya semakin meningkat. Hal tersebut yang memperparah keadaan, sebab dengan teknologi manusia mampu mengambil kekayaan alam habis-habisan dan dengan teknologi juga manusia dapat menghasilkan sisa sampah buangan secara besar-besaran dengan kualitas dan kadar yang berat. Kerusakan alam yang disebabkan oleh aktivitas manusia menghasilkan banyak masalah pencemaran yang terus berlangsung.

5. Waktu. Semakin lama kontak antara air dengan benda lain maka pengaruh terjadinya perubahan konsentrasi ion dalam air akan semakin besar (Irianto,2014).

2.1.1 Kriteria Baku Mutu Air

Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, ada empat golongan dan pembagian golongan tersebut diurutkan menurut tingkat baik mutu air dan kemungkinan pemanfaatannya bagi suatu peruntukan (*designated beneficial water uses*). Empat golongan tersebut adalah:

- a. Golongan satu : Air yang digunakan untuk baku air minum dan atau peruntukan lainnya yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
- b. Golongan dua : Air yang digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman dan atau untuk peruntukan lain yang sama dengan kegunaan tersebut.
- c. Golongan tiga : Air yang digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk pertanaman dan atau peruntukkan lain yang sama dengan kegunaan tersebut.
- d. Golongan empat : Air yang digunakan untuk mengairi pertanaman dan atau peruntukkan lain yang sama dengan kegunaan tersebut (Yuliastuti,2011).

2.1.2 Karakteristik Sanitasi Air

Sanitasi merupakan suatu usaha kesehatan yang dilakukan dengan memelihara serta menjaga kebersihan lingkungan dari subjeknya. Contohnya ketersediaan air bersih untuk keperluan sehari-hari seperti mencuci tangan, dan juga penyediaan tempat sampah dan menjaga lingkungan dengan tidak membuang sampah sembarangan.

Karakteristik sanitasi air adalah berbagai upaya kesehatan yang dilakukan dengan cara memelihara dan menjaga kebersihan air sebagai suatu usaha untuk menghindari diri dari penularan penyakit melalui air (*water borne disease*) misalnya seperti diare. Salah satu variabel karakteristik sanitasi air yang berkorelasi dengan *water borne disease* adalah :

2.1.2.1 Penyediaan Sarana Air Bersih (SAB)

Penyediaan air bersih sangat penting dan termasuk dalam upaya memperbaiki derajat kesehatan masyarakat. Ada berbagai macam sarana penyediaan air bersih yang digunakan di masyarakat untuk keperluan sehari-hari menurut Depkes, yaitu:

a. Sumur Gali

Sumur gali merupakan sarana air bersih yang memanfaatkan air tanah. Dari segi kesehatan, sumur gali memang kurang baik terlebih jika dalam pembuatannya konstruksi sumur tidak benar-benar diperhatikan dan diletakkan di tempat yang salah sehingga risiko untuk dipengaruhi oleh pencemaran juga besar.

b. perpipaan/ PDAM

Perpipaan atau PDAM merupakan air yang dihasilkan dengan tahap penjernihan sebelum dialirkan kepada konsumen melalui suatu instalasi berupa saluran air.

c. Sumur Bor/ Sumur Pompa Listrik

Cara pembuatannya dengan cara kerja SPL yaitu menggunakan tenaga listrik. Contoh lain jenis SPL adalah *Jet Pump* untuk kedalaman 30 meter, dan pompa selam (*submersible pump*) untuk kedalaman >30 meter.

d. Sumur pompa tangan

Terbagi menjadi 2 yaitu:

1. Sumur Pompa Tangan Dangkal/SPT (*Shallow Well Pump*)

Dengan cara kerja menghisap air dalam tanah. Kedalaman air kurang lebih hanya sekitar 7 meter.

2. Sumur Pompa tangan dalam

Mengangkat air yang ada di dalam silinder SPT.

e. Perlindungan Mata Air (PMA)

Mata air merupakan sumber air bersih yang berasal dari tanah dalam dan terkadang bebas dari pencemaran mikroorganisme (Fauziah,2013).

2.2 Syarat Air Bersih

Kualitas air yang digunakan masyarakat harus memenuhi syarat kesehatan agar terhindar dari gangguan kesehatan. Air yang dimaksud termasuk didalamnya adalah air bersih yang digunakan sehari-hari, air kolam renang, air minum, air

pemandian umum. Kualitas air sendiri harus memenuhi syarat kesehatan yang meliputi persyaratan mikrobiologi, fisika kimia, dan radioaktif. Menurut kemenkes RI no.492 TAHUN 2010 air yang digunakan untuk kepentingan umum wajib diuji kualitas airnya. Pada tabel 1 dapat dilihat syarat-syarat kualitas air yang baik.

Tabel 1. Syarat Kualitas Air.

No.	Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
Parameter yang berhubungan langsung dengan kesehatan			
a. Parameter Mikrobiologi			
1.	<i>E.coli</i>	Jumlah per 100 ml sampel	0
2.	Bakteri <i>Coliform</i>	Jumlah per 100 ml sampel	0
b. kimia an-organik			
1.	Arsen	Mg/L	0,01
2.	Fluorida	Mg/L	1,5
3.	Total Kromium	Mg/L	0,05
4.	Kadmium	Mg/L	0,03
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	0,01
Parameter yang tidak langsung berhubungan dengan kesehatan			
a. Parameter Fisik			
1.	Bau		Tidak berbau
2.	Warna	TCU	15
3.	Total zat padat terlarut (TDS)	Mg/L	500
4.	Kekeruhan	NTU	5
5.	Rasa		Tidak berasa
6.	Suhu		Suhu udara ± 3° C
b. Parameter Kimiawi			
1.	Alumunium	Mg/L	0,2
2.	Besi	Mg/L	0,3
3.	Kesadahan	Mg/L	500
4.	Khlorida	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 : (Kemenkes,2010)

Keterangan: NTU = Nepnelometrik Turbidity Units, TCU = True Colour Units

2.3 Mikroorganisme Dalam Air

Adanya mikroorganisme di dalam air menjadi suatu indikator pencemaran penyakit. Wilayah perairan mudah tercemar oleh mikroorganisme patogen yang datang dari berbagai sumber seperti pertanian, pemukiman, dan peternakan. Mikroorganisme yang banyak dikategorikan sebagai sumber tercemarnya suatu air adalah bakteri *Escherichia coli*, yang termasuk dalam salah satu bakteri *coliform* dan dapat hidup normal di dalam tinja manusia dan hewan. Adanya bakteri ini dapat digunakan sebagai indikator dalam sanitasi yang tidak baik karena bakteri ini dapat menyebar dengan melalui tangan yang masuk ke mulut atau mengkontaminasi mulut atau dengan pemindahan secara pasif melalui air, makanan susu dan produk-produk lainnya (Falamy *et al.*,2013).

Bakteri aerobik, anaerobik fakultatif, dan *rod-shape* atau bakteri batang termasuk dalam golongan bakteri *coliform* total. Mereka dapat memfermentasi laktosa dan menghasilkan gas dalam waktu 48 jam pada suhu 35° C. Yang termasuk jenis bakteri *coliform* total adalah *Escherichia coli*, *Citrobacter*, *Klebsiella* dan *Enterobacter*. *Fecal coliform* merupakan anggota dari *coliform* yang dapat memfermentasi laktosa dalam suhu 44,5°C dan menjadi bagian yang paling dominan sekitar 97% pada tinja manusia dan hewan (Yuliasuti,2011).

Menurut Widiанти, bakteri *coliform* adalah suatu kelompok bakteri yang menjadi indikator adanya polusi kotoran dan menandakan kondisi yang tidak baik pada air dan makanan. Bakteri *coliform* yang berada di dalam makanan atau minuman menunjukkan adanya mikroba yang bersifat enteropatogenik dan toksigenik yang

berbahaya bagi kesehatan. Salah satu bakteri *coliform* yang mempunyai banyak spesies adalah *Escherichia Coli*. *E.coli* menjadi sesuatu yang dapat memberikan petunjuk sanitasi keberadaan *E.coli* dalam pangan seperti air atau makanan tersebut sudah tercemar oleh feses manusia (Widianti & Ristianti,2004).

Bakteri *coliform* merupakan suatu bakteri yang tergolong *Enterobacteriaceae* yang mempunyai 14 genus. Bakteri *coliform* dalam air dibedakan menjadi 3 kelompok yaitu *fecal coliform*, *coliform total*, dan *E.coli*. Bakteri *coliform* menjadi suatu sumber kontaminasi dari lingkungan dan tidak mungkin berasal dari pencemaran tinja, sedangkan *E.coli* dan *fecal coliform* sebagai indikasi kuat diakibatkan kontaminasi tinja dari manusia dan hewan (Tururaja, 2010).

Fecal coliform dan *E.coli* sama-sama memiliki risiko besar menjadi mikroba yang menimbulkan penyakit di dalam air. Bakteri *fecal coliform* atau *E.coli* yang telah mencemari air memiliki akibat yang langsung dapat dirasakan oleh konsumen. Keadaan ini yang mengharuskan pemerintah bertindak melalui penyuluhan atau promosi kesehatan, investigasi, dan memberikan cara untuk mencegah penyebaran penyakit yang dapat ditularkan melalui air (Hartini,2009).

2.4 Penyebaran Penyakit Melalui Air

Air dapat menyebarkan dan menularkan penyakit baik secara langsung maupun tidak langsung. Penyakit yang ditularkan melalui air disebut *waterborne disease* atau *water-related disease*. Contoh penyakitnya antara lain:

- a. Penyakit viral, contohnya hepatitis viral
- b. Penyakit bakteri, contohnya diare, kolera, disentri, tifoid
- c. Penyakit protozoa, contohnya amebiasis dan giardiasis
- d. Penyakit helmintik, contohnya askariasis, *whip worm*, *hydatid disease*
- e. Leptospiral, contohnya *weil's disease*

Penularan penyakit dapat melalui beberapa cara penularan, yaitu:

a. *Water-borne mechanism*

Cara penularan kuman patogen ke manusia dalam *waterborne* mekanisme terjadi melalui mulut atau sistem pencernaan. Contoh penyakit yang ditularkan melalui mekanisme ini antara lain kolera, tifoid, hepatitis viral, disentri basiler, dan poliomyelitis.

b. *Water-washed mechanism*

Cara penularannya berhubungan dengan kebersihan umum dan *personal hygiene*. Dalam mekanisme ini ada tiga cara penularan, yaitu:

1. Infeksi melalui alat pencernaan, seperti diare pada anak-anak.
2. Infeksi melalui kulit dan mata, seperti skabies dan trakoma.
3. Penularan melalui binatang pengerat seperti pada penyakit leptospirosis
4. Infeksi karena *personal hygiene* yang buruk, seperti mencuci tangan sebelum makan namun dengan menggunakan air yang sudah terkontaminasi bakteri *E.coli* atau *Salmonella*.

c. *Water-based mechanism*

Cara penularan mekanisme ini melalui agen penyebab yang menjalani sebagian siklus hidupnya di dalam tubuh vektor atau *intermediate host*

yang hidup di dalam air. Contoh skistosomiasis dan penyakit akibat *dracunculus medinensis*.

d. *Water-related insect vector mechanism*

Penyakit ditularkan melalui gigitan serangga yang berkembang biak di dalam air. Contoh penyakitnya adalah filariasis, dengue, malaria, dan *yellow fever* (Chandra,2007).

Dalam *water-borne disease* , air berperan sebagai habitat dan pembawa bibit penyakit. Dalam *water-based disease* , air berperan sebagai habitat vektor penyakit. Sedangkan dalam *water-washed disease*, merupakan penyakit yang dapat dihindari dengan mencuci tangan dan penyiapan makanan yang bersih. Terkadang warga tidak menggunakan air bersih yang akan digunakan untuk mencuci tangan karena alasan ekonomi. Akibatnya tangan yang kotor dapat menularkan penyakit seperti diare, kolera, disentri basiler, cacing gelang, cacing cambuk dan cacing kremi. Penyakit ini banyak ditemui di daerah dengan sanitasi yang buruk (Dewi, 2012).

2.4.1 Kontaminasi Patogen Dalam Sumber Air

Ada beberapa macam sumber air yang meskipun tidak semua dapat dimanfaatkan sebagai akses air bersih untuk kebutuhan air minum. Menurut data US EPA tahun 2014 sumber air dibagi menjadi 4 area. Kenaikan jumlah patogen yang mengkontaminasi air di lingkungan akan menyebabkan peningkatan kerusakan

lingkungan air tersebut (Setyaningrum,2016). Air tanah merupakan sumber utama yang sering digunakan sebagai air minum. Air tanah yang terkontaminasi oleh patogen akan mempunyai resiko tinggi dalam kaitannya dengan kesehatan masyarakat. Telah ada dalam beberapa penelitian yang menunjukkan bahwa bakteri patogen seperti *E.coli*, *Salmonella* dan *Enterovirus* relatif lebih stabil di dalam air tanah. Sekitar 2739 kasus penyakit akibat bakteri patogen yang ada dalam air tanah (Sorensen *et al.*,2015).

Jenis patogen kontaminan di berbagai sumber air dapat dilihat pada tabel 2 .

Tabel 2. Jenis Patogen Kontaminan.

Sumber air	Patogen	Sumber air	Patogen
Pesisir	<i>Coliform fecal</i>	Air tanah	<i>Salmonella</i>
	Bacteriophages Enterovirus		Enterovirus Coliform Shigella Bacillus spp Staphylococcus Enterococcus <i>P. aeruginosa</i>
Estuari	Coliform	Sungai dan Danau	Chryptosporium oocysts
	Zooplankton		Ciliates
	Echovirus1		<i>Salmonella</i>
	Coxsackieviruses		<i>Fecal bacteria</i>
	Vibrio spp.		<i>Campylobacter jejuni</i>
	<i>Clostridium perfringens</i> Campylobacter		<i>Yersinia anterocolitica</i> <i>Serratia marcescens</i>

Sumber : (Setyaningrum,2016)

2.5 Penyakit Yang Disebabkan Oleh *E.coli*

Escherichia coli adalah kuman yang banyak ditemukan di dalam usus besar manusia sebagai flora normal. Sifatnya yang begitu unik dapat menyebabkan infeksi primer pada usus misalnya diare pada anak dan *travelers diarrhea*, *E.coli* juga mampu menimbulkan infeksi pada jaringan tubuh lain diluar usus(FKUI,2016)

E.coli merupakan kuman berbentuk batang pendek (kokobasil) yang berukuran $0,5 \times 1,3 \mu m$, bergerak atau tidak bergerak, bergerak dengan menggunakan flagela peritrik, kelompok batang gram negatif, dapat tumbuh pada keadaan aerobik maupun anaerobik. Meskipun *E.coli* adalah mikroorganisme indikator yang digunakan didalam analisis air untuk menguji adanya pencemaran oleh tinja, tetapi penyebarannya tidak selalu melalui air namun dapat diteruskan dari kegiatan tangan ke mulut atau dengan pemindahan pasif melalui makanan atau minuman (Melliawati,2009).

E.coli dapat menyebabkan beberapa penyakit, diantaranya adalah:

1. Diare

E.coli yang menyebabkan diare sangat umum ditemukan di seluruh dunia. *E.coli* tersebut dibedakan berdasarkan sifat virulensinya.

- a. *E.coli enteropatogenik* (EPEC) merupakan penyebab diare pada bayi yang penting, khususnya di negara berkembang. EPEC melekat ke sel mukosa usus halus. Akibat infeksi EPEC dapat terjadi diare cair yang biasanya sembuh spontan (*self-limited*), tetapi dapat pula menjadi kronis. Diare EPEC telah dikaitkan dengan berbagai serotipe spesifik *E.coli*, galur diidentifikasi dengan menentukan tipe antigen O dan terkadang antigen H. Durasi diare EPEC dapat dipersingkat dan diare kronis dapat disembuhkan dengan pemberian terapi antibiotik.

- b. *E.coli enterotoksigenik* (ETEC) menyebabkan *travelers diarrhea* atau dapat disebut dengan diare turis dan juga penyebab diare pada bayi. Orang yang tinggal di daerah prevalensi tinggi ETEC (misalnya seperti di Negara berkembang) kemungkinan besar memiliki antibodi dan tidak mudah mengalami diare jika terpajan ulang *E.coli* penghasil eksotoksin labil-panas (*heat-labile exotoxin-LT*). Perhatian dalam memilih dan mengonsumsi makanan yang berpotensi terkontaminasi ETEC sangat dianjurkan untuk membantu mencegah diare pada turis.
- c. *E.coli* penghasil *toksin Shiga* (STEC) dinamakan untuk toksin sitotoksik yang dihasilkan oleh *E.coli* tersebut. Terdapat 2 bentuk toksin antigenik yaitu toksin mirip *Shiga 1* dan toksin mirip *Shiga 2*. STEC dapat dikaitkan dengan kolitis hemoragik, suatu bentuk diare yang berat dan dengan sindrom uremik hemolitik, suatu penyakit yang menyebabkan gagal ginjal akut, anemia hemolitik mikroangiopati, dan trombositopenia.
- d. *E.coli enteroagregatif* (EAEC) menyebabkan diare akut dan kronik (berdurasi >14 hari) pada masyarakat di Negara berkembang.

2. Infeksi Saluran Kemih (ISK)

Selain diare, *E.coli* juga menjadi penyebab umum ISK dan menjadi penyebab sekitar 90% ISK pada perempuan muda. Gejala dan tanda meliputi sering berkemih, disuria, hematuria, dan piuria.

3. Sepsis

Jika sistem pertahanan tubuh pada pejamu tidak adekuat maka *E.coli* dapat masuk ke aliran darah dan menyebabkan sepsis. Neonatus mungkin sangat rentan terhadap sepsis *E.coli* karena tidak mempunyai antibodi igM. Sepsis dapat terjadi sekunder akibat ISK.

4. Meningitis

E.coli dan *Streptococcus grup B* menjadi penyebab utama meningitis pada janin. Sekitar 75% *E.coli* penyebab meningitis memiliki antigen K1.

5. Pneumonia

Di Rumah Sakit *E.coli* menyebabkan kurang lebih 50% dari *Primary Nosocomial Pneumonia* (Jawetz *et al.*,2013).

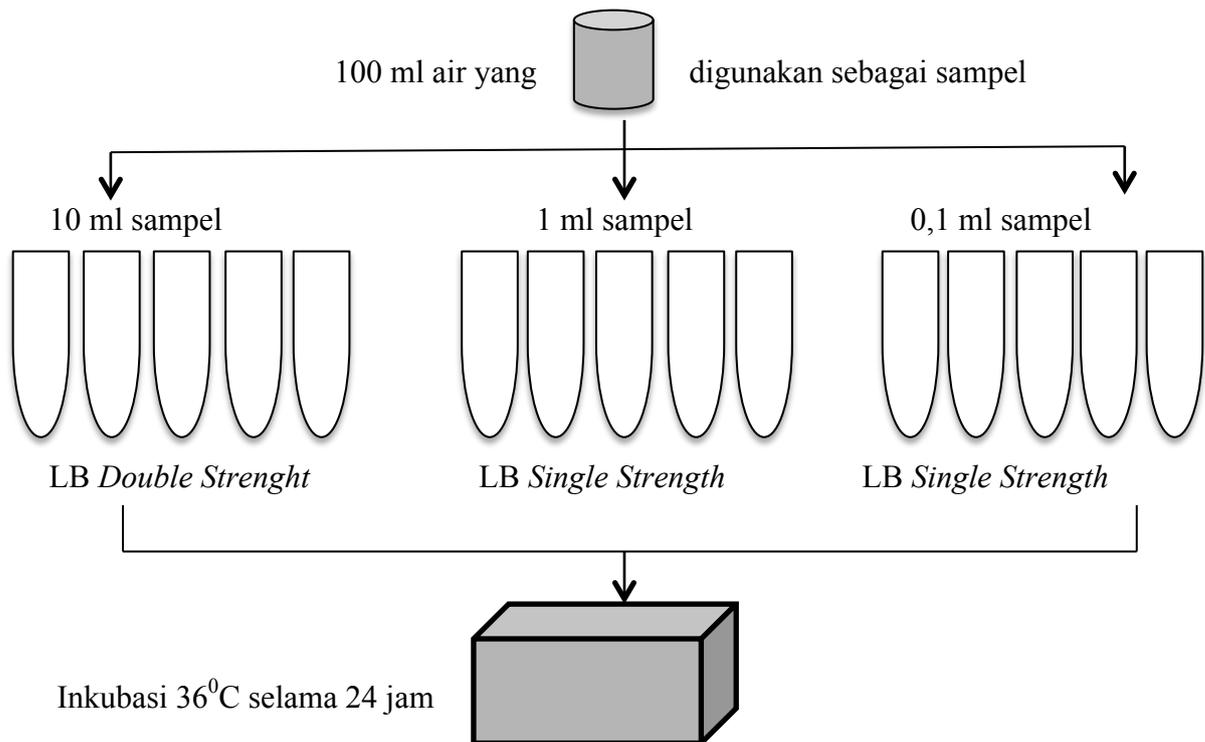
2.6 Uji Identifikasi *E.coli*

2.6.1 Uji *Most Probable Number* (MPN)

Metode yang digunakan untuk mengidentifikasi *coliform* pada air umumnya menggunakan uji *Most Probable Number* (MPN). Metode MPN sendiri terdiri dari uji praduga (*presumptive test*) dan uji peneguhan (*confirmed test*) (Standar Nasional Indonesia,2008). Uji MPN dapat menemukan keberadaan bakteri *coliform*, bakteri gram negatif, dan bakteri basil non-spora yang bersifat memfermentasi laktosa dengan inkubasi selama 24 jam dan suhu 37°C (Cappuccino,2012). Uji Praduga atau yang sering disebut *presumptive test*

menggunakan media *Lactose Broth* (LB). LB adalah media *pre-enrichmen* bagi *coliform*, dimana bakteri tersebut biasanya berjumlah tidak banyak sehingga sulit dideteksi. Uji praduga atau *presumptive test* akan menghasilkan nilai MPN yang merupakan jumlah perkiraan unit tumbuh atau *growth unit* dalam sampel (Standar Nasional Indonesia,2008).

Jumlah bakteri yang ada pada sampel dengan satuan yang digunakan per gram atau per 100 ml merupakan arti dari nilai MPN. *E.coli* dan *coliform* dapat memfermentasi laktosa. Bakteri dinyatakan positif pada uji ini dengan adanya perubahan media menjadi keruh dan terdapat gas pada tabung durham karena bakteri tersebut memfermentasi laktosa dan menghasilkan gas. Pada uji praduga atau *presumptive test* untuk air bersih tidak dilakukan pengenceran melainkan langsung memasukkan 10 ml air tersebut ke dalam *Lactose Broth Double Strength*, 1 ml air ke dalam *Lactose Broth Single Strength*, dan 0,1 ml air ke dalam *Lactose Broth Single Strength* dan diinkubasi selama 24 dan 48 jam dalam suhu 36°C (Standar Nasional Indonesia,2008).



Gambar 1. Cara meneteskan sampel ke dalam media LB.

Pada *confirmed test* digunakan media *Brilliant Green Lactose Bile Broth* (BGLB). Media BGLB digunakan untuk mengetahui perkiraan jumlah terdekat bakteri *coliform* dan *E.coli* dalam 100 ml air yang digunakan sebagai sampel. *Confirmed test* dilakukan dengan cara memindahkan sebanyak 1 sengkeli dari tiap tabung yang membentuk gas pada media LB ke dalam tabung yang berisi 10 ml BGLB 2%. Hasil dinyatakan positif jika terdapat gas pada tabung BGLB.

Seiring dengan pengujian BGLB, dilakukan uji untuk mengetahui pertumbuhan *E.coli* dengan menggunakan *Escherichia coli Broth* (*EC Broth*). Uji ini dilakukan dengan cara memasukan 1 sengkeli biakan yang positif gas pada media LB dari uji MPN ke dalam tabung berisi *EC Broth* yang didalamnya terdapat tabung durham terbalik. Lalu di inkubasikan dalam penangas air pada suhu 44-45⁰ C selama 24-48 jam. Hasil positif *E.coli* jika terbentuk gas didalam tabung. Dari uji

EC Broth maka dilanjutkan penetapan *E.coli* dengan menginokulasikan biakan yang membentuk gas ke dalam *Eosin Methylene Blue Agar* (EMBA). EMBA juga memiliki suasana yang asam sehingga membuat kompleks presipitat dan menimbulkan warna hijau metalik atau kilap logam pada *E.coli* dimana *E.coli* merupakan indikator *coliform* fekal (Standar Nasional Indonesia, 2006).

2.6.2 Uji Biokimia

Uji ini merupakan uji biokimia yang umumnya dilakukan pada bakteri *E.coli*. Uji biokimia yang akan dilakukan menggunakan media *Simmon Citrate* (SC), Urea, *Sulfit Indol Motility* (SIM), *Triple Sugar Iron Agar* (TSIA).

Uji *Simmon Citrate* (SC) dilakukan jika kita ingin mengetahui kemampuan mikroorganisme memakai sitrat sebagai sumber energi dan karbon. Prinsip dari uji SC ini adalah sodium sitrat sebagai satu-satunya sumber karbon dan garam *ammonium organic* sebagai satu-satunya sumber nitrogen. Bakteri yang dapat tumbuh pada media ini mengubah indikator Bromthymol biru dari hijau menjadi biru. Pada uji ini dinyatakan positif *E.coli* jika didapatkan hasil yang negatif yaitu media tetap berwarna hijau (UPTD, 2013).

Uji Urease dilakukan untuk mengetahui mikroorganisme yang memiliki enzim urease. Uji ini memiliki prinsip hidrolisa urease oleh substrat urea menghasilkan amonia, air dan karbondioksida. Amonia yang dihasilkan akan menaikkan pH media dengan adanya indikator media berubah warna. Uji ini dinyatakan positif

jika media berubah warna dari kuning menjadi merah muda dan hasil negatif jika media tetap berwarna kuning. Pada pemeriksaan pada *E.coli* hasil yang diharapkan adalah negatif (UPTD, 2013).

Uji *Sulfit Indol Motility* (SIM) memiliki prinsip kemampuan bakteri memecah *Tryptophan* menjadi Indol dan kemampuan bakteri tumbuh pada media semisolid untuk spesies yang bergerak aktif ditunjukkan dengan penyebaran pertumbuhan koloni di sekitar penanaman. Tes indol dilakukan untuk mendeteksi adanya indol yang dihasilkan oleh suatu bakteri tertentu. Tes motilitas dilakukan untuk mengetahui bakteri yang diuji bergerak atau tidak (UPTD, 2013).

Uji *Triple Sugar Iron Agar* (TSIA) dilakukan untuk mengidentifikasi mikroorganisme jenis Enterobacteriaceae dan juga untuk mengetahui perbedaan bakteri Gram negatif yang dapat mengkatabolisme laktosa, glukosa, sukrosa dan dapat membebaskan asam sulfat. Prinsip dari uji TSIA adalah lereng basa (merah) menandakan terjadinya pemakaian glukosa konsentrasi 0,1% secara aerob setelah pengeraman 18-24jam, glukosa habis terpakai dan mikroorganisme beralih menggunakan pepton yang akan membebaskan amonia dan menimbulkan suasana basa. Interpretasi hasil yang didapatkan pada uji ini adalah Lereng merah (K=alkali)/ Kuning (A=Acid), Dasar merah (K=Alkali)/ Kuning (A=Acid), H₂S warna hitam antara dasar dan lereng, gas agar bagian dasar pecah/ada gelembung. Untuk identifikasi bakteri *E.coli* maka hasil yang diharapkan adalah Lereng merah (K=alkali), Dasar merah (K=Alkali), dan gas positif (UPTD, 2013).

2.6.3 Pewarnaan Gram

Pewarnaan Gram menjadi suatu pewarnaan diferensiasi karena pewarnaan ini membedakan sifat bakteri berdasarkan Gram memakai dua zat warna. Pada pewarnaan Gram akan tampak sifat Gram positif jika warna bakteri adalah ungu dan negatif jika warna bakteri adalah merah (Anathanarayan, 2006, Cappuccino, 2012). Bakteri Gram positif mempunyai peptidoglikan yang tebalnya sekitar 20 – 80 nm dan isi kandungannya antara lain *teichoic*, asam *teichuronic*, dan bermacam-macam polisakarida. Asam amino dan polisakarida yang terdapat pada peptidoglikan pada bakteri Gram positif bersifat sangat polar yang membuat bakteri golongan ini memiliki dinding sel yang tebal dan dapat bertahan di dalam usus (Prasetyo, 2009). Jika bakteri Gram positif memiliki peptidoglikan yang tebal, maka lain halnya dengan bakteri Gram negatif.

Bakteri Gram negatif memiliki peptidoglikan yang tipis yaitu 5 – 10 nm. Bakteri jenis ini memiliki sifat hidrofilik pada membrane luar dan sifat hidrofobik pada komponen lipid dinding selnya. *Porins* yang dimiliki bakteri Gram negatif digunakan sebagai tempat masuknya unsur hidrofilik seperti glukosa dan asam amino yang menjadi kebutuhan nutrisi bakteri (Prasetyo, 2009).

2.7 Diare

2.7.1 Pengertian Diare

Diare adalah perubahan konsistensi tinja yang terjadi tiba-tiba akibat kandungan air di dalam tinja melebihi normal (10mL/kgBB/hari) dengan peningkatan frekuensi defekasi lebih dari 3 kali dalam 24 jam dan berlangsung kurang dari 14

hari. Diare terdapat 2 pembagian secara garis besar yaitu diare akut dan diare kronik (Tanto,2014).

2.7.2 Epidemiologi Diare

Pada tahun 2013, penyakit diare menyebabkan sekitar 1,3 juta kematian dan menjadi penyebab keempat kematian di negara berkembang. Sebagian besar kematian tersebut terjadi pada anak-anak usia dibawah lima tahun di negara berpenghasilan rendah, dimana diare menyumbang 12% dari seluruh kematian anak di Afrika dan Mediterania timur dan 11% dari seluruh kematian anak di Asia Tenggara. Kontaminasi paling dominan diyakini bermula dari kualitas air minum bersama dengan sanitasi yang buruk, kebersihan dan akses air. Hal tersebut menjadi kontributor utama penyebab penyakit diare. WHO menyetujui jika *E.Coli* dan *thermotolerant coliforms (TTC)* sebagai indikator kontaminasi pada air dan tinja. *TTC* adalah kelas bakteri yang terdiri dari empat spesies *coliform* yang tumbuh pada suhu tinggi ($44,5 \pm 0,2^{\circ} \text{C}$).

Sementara konsistensi utama adalah *E.Coli*, *TTC* juga termasuk *Klebsiella*, *Enterobacter* dan spesies *Citrobacter*. Menurut James, kontaminasi tinja pada air minum diyakini merupakan resiko utama pada diare. Telah dianalisis dari 45.000 pengamatan dengan sampel air rumah tangga memberikan bukti adanya hubungan antara diare dan pencemaran air dengan tinja di rumah tangga (Hodge *et al.*,2016).

2.7.3 Etiologi Diare

Diare akut bisa disebabkan karena infeksi dan non-infeksi. Diare akut dapat disebabkan karena *rotavirus*, *adenovirus*, *vibrio cholera*, *enterotoxigenic e.coli (ETEC)*, *shigella*, *salmonella*, *enteropathogenic e.coli (EPEC)*, *enteroinvasive e.coli (EIEC)*, dan *enterohemoragic E.Coli (EHEC)*, *giardia lamblia*. Bagi yang non infeksi biasa disebabkan oleh *irritable bowel syndrome (IBS)*, keracunan makanan, dll. Diare kronik sendiri bisa bervariasi. Di Negara maju penyebab yang paling sering adalah *inflamantory bowel disease (IBD)* (Tanto,2014).

2.7.4 Faktor Risiko Diare

Faktor risiko dari diare adalah:

1) faktor internal

faktor yang berasal dari diri sendiri yaitu:

a) Usia

Pada anak usia 6-24 bulan menjadi suatu kelompok anak yang rentan terkena diare. Makin besar usianya maka risiko terkena diare menjadi makin kecil.

b) Status gizi

Pada anak malnutrisi, asupan makanan dan absorpsi makanan menjadi berkurang menyebabkan nutrisi yang masuk ke tubuh akan semakin berkurang. Hal ini berpengaruh pada sistem imun anak sehingga meningkatkan risiko diare pada anak.

c) Makanan dan minuman yang dikonsumsi

Kuman dapat kontak dengan manusia melalui air, terutama air minum yang tidak dimasak terlebih dahulu dan juga air yang digunakan sewaktu mandi dan berkumur. Kontak kuman pada kotoran juga dapat ditularkan pada manusia apabila melekat pada tangan dan kemudian masuk ke mulut pada waktu makan. Kontaminasi pada alat-alat makan dan dapur. Bakteri yang berada di saluran pencernaan adalah *Entamoeba coli*, *Salmonella* dan *Shigella*. Virus yang ada di saluran pencernaan seperti *Rotavirus* dan *Enterovirus*, parasit yaitu *Ascaris* dan *Trichuris* serta jamur seperti *Candida Albicans*.

2) Faktor eksternal

Faktor yang berasal dari keluarga pasien, yaitu:

a) Kurangnya kesadaran untuk cuci tangan ketika hendak memasak dan menyiapkan makanan sehingga meningkatkan risiko untuk terkena diare.

b) Ketersediaan air bersih, jamban keluarga dan lantai rumah

Masyarakat yang menggunakan sumur atau sumber air yang mudah terkontaminasi itu sebagai sumber air bersih dapat memperbesar risiko terkena diare dibandingkan dengan masyarakat yang menggunakan sumber air higienis seperti PAM.

Masyarakat yang menggunakan jamban cemplung atau yang tidak ada tangki septik mempunyai risiko besar untuk terkena diare dibandingkan dengan masyarakat yang menggunakan jamban leher angsa atau dengan tangki septik.

Masyarakat yang menggunakan lantai rumah tidak kedap air juga memiliki risiko besar untuk terkena diare.

Faktor tersebut akan berinteraksi dengan perilaku manusia. Apabila faktor lingkungan terdekat tidak sehat karena tercemar kuman diare serta diikutsertakan dengan perilaku yang tidak sehat maka dapat memperbesar kejadian diare.

c) Anak tidak diberikan ASI eksklusif pada 6 bulan pertama

ASI menjadi makanan pokok pada bayi usia 0 hingga 6 bulan. Dan ASI dapat melindungi tubuh dari kuman penyebab diare seperti *Shigella* dan *V.Cholerae*. Anak yang tidak mengkonsumsi ASI memiliki sistem pertahanan tubuh yang tidak kuat sehingga mudah untuk terkena penyakit termasuk diare.

d) Pendidikan dan pengetahuan orang tua yang kurang memadai

Pengetahuan dan pemahaman yang kurang mengenai perilaku hidup bersih dan sehat pada orang tua dapat menjadi faktor risiko diare. Begitu pula dengan pendidikan. Tingkat pendidikan orang tua yang rendah membuat tingkat kesadaran akan pentingnya menjaga lingkungan dan kesehatan juga rendah sehingga meningkatkan risiko terkena diare (Pradani,2012).

2.7.5 Cara Penularan Diare

Diare ditularkan secara fekal-oral melalui makanan dan minuman yang telah terkontaminasi dengan tinja penderita. Jalan masuknya virus dan bakteri penyebab diare ke tubuh manusia dapat melalui jalan yang dapat disingkat dengan 4F. 4F terdiri dari *Fluids* (air), *Fields* (tanah), *Flies* (lalat) dan *Fingers* (tangan). Bermula dari kotoran manusia yang mengkontaminasi 4F tersebut lalu berpindah ke hidangan yang kemudian disantap oleh manusia (Sardjana *et al.*,2007). Banyak media perantara pada proses penularan kuman diare pada manusia , seperti :

- a) Tinja (kotoran manusia) yang mengandung banyak bakteri penyakit sebagai sumber penularan bila mencemari tangan, air, tanah atau dapat dihindangi lalat lalu lalat tersebut menghinggapi makanan atau minuman yang dikonsumsi oleh manusia.
- b) Air yang telah tercemar oleh tinja lalu mencemari makanan yang selanjutnya dimakan oleh manusia atau air tersebut dikonsumsi oleh manusia.
- c) Tinja dapat langsung mencemari tangan manusia yang selanjutnya manusia tersebut tidak mencuci tangan dan langsung kontak dengan mulut lalu dapat pula mencemari makanan pada waktu menghidangkan makanan dan pada waktu memasak.
- d) Tinja dapat mencemari makanan melalui lalat atau serangga dengan cara sewaktu hinggap di makanan yang dikonsumsi oleh manusia maka makanan tersebut sudah tercemar oleh kuman penyakit.
- e) Tinja dapat mencemari tanah. Maka ada baiknya untuk tidak membuang tinja di sembarang tempat karena saat tanah telah tercemar oleh tinja maka

selanjutnya tanah tersebut dapat mencemari makanan atau kontak langsung dengan manusia (Fauziah,2013).

75% penyakit diare disebabkan oleh bakteri dan virus. Penularan penyakit secara orofekal terjadi melalui air sebagai media penularannya. Diare dapat terjadi jika seseorang menggunakan air yang sudah tercemar oleh kuman penyebab diare (Widoyono,2008).

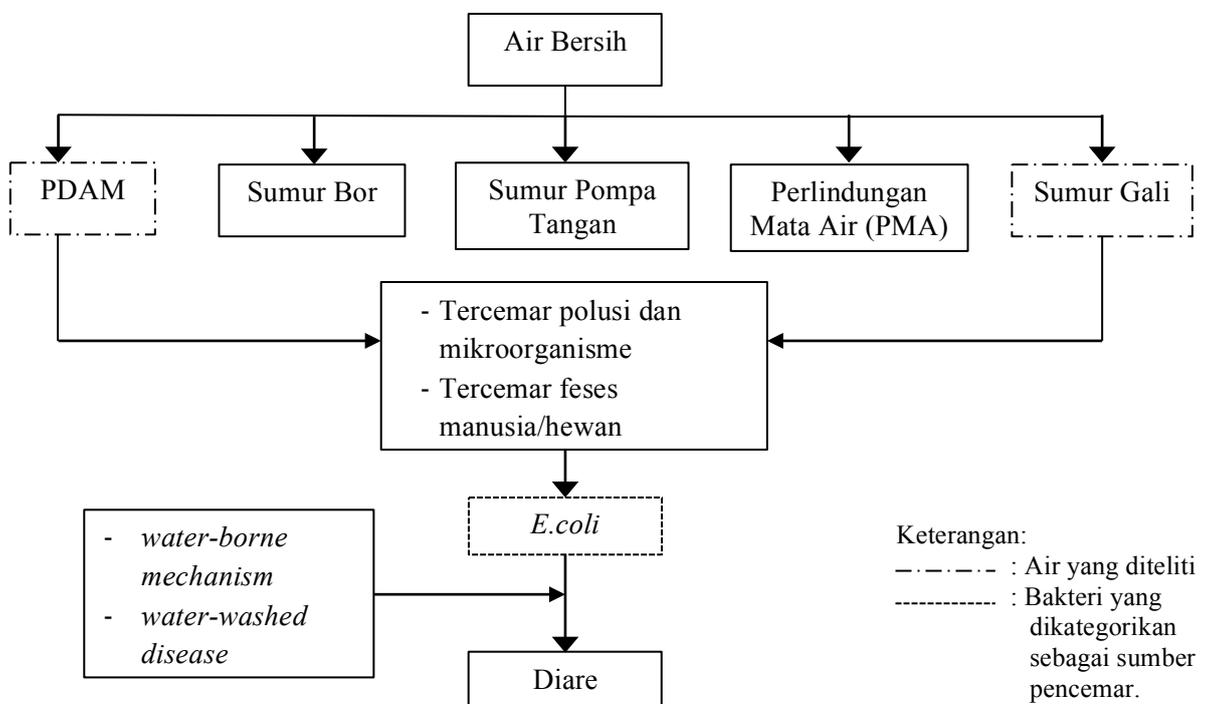
2.8 Kerangka Teori

Air bersih merupakan air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya harus sesuai dengan syarat kesehatan yaitu tidak terdapat bakteri *coliform* dan *E.coli* didalam air (Kemenkes,2010). Ada beberapa macam sarana penyediaan air bersih yang digunakan masyarakat untuk keperluan sehari-hari menurut Depkes seperti sumur gali, perpipaan/PDAM, sumur bor, sumur pompa tangan, dan perlindungan mata air (PMA). Sumur gali merupakan sarana air bersih yang memanfaatkan air tanah. Dari segi kesehatan, sumur gali memang kurang baik dikarenakan airnya yang mudah terkontaminasi oleh kotoran/tinja yang berasal dari manusia ataupun hewan. Air perpipaan/PDAM merupakan air yang dihasilkan dengan tahap penjernihan sebelum dialirkan kepada konsumen melalui suatu instalasi berupa saluran air (Fauziah,2013).

Namun segala jenis air dapat tercemar oleh polusi dan berbagai mikroorganisme. Semakin tinggi pencemaran maka kualitas air akan semakin rendah. Kualitas air berbeda-beda sesuai dengan lokasi daerah setempat (Chen et al.,2016). Adanya mikroorganisme di dalam air menjadi salah satu indikator pencemaran penyakit.

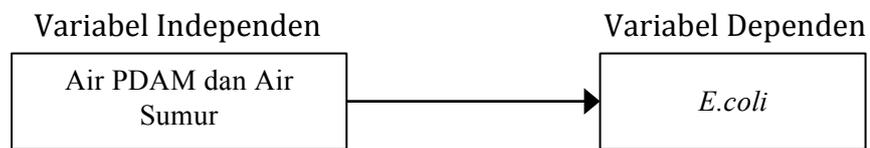
Mikroorganisme yang banyak dikategorikan sebagai sumber tercemarnya suatu air adalah bakteri yang tergolong *Escherichia coli*. *E.coli* dapat digunakan sebagai indikator dalam sanitasi yang tidak baik, dan menandakan bahwa air tersebut sudah tercemar oleh feses manusia sehingga tidak layak untuk digunakan sehari-hari (Widianti & Ristianti, 2004).

E.coli yang berada didalam air dapat menyebar secara langsung maupun tidak langsung. Penularan penyakit melalui air dapat dengan cara *water-borne mechanism* yaitu cara penularan kuman patogen ke manusia melalui mulut atau sistem pencernaan. Dan dapat dengan cara *water-washed disease* yaitu cara penularannya berhubungan dengan kebersihan umum dan *personal hygiene*. Penyakit yang sangat umum yang disebabkan oleh *E.coli* adalah diare (Chandra,2007).



Gambar 2. Kerangka Teori Penelitian.

2.9 Kerangka Konsep



Gambar 3. Kerangka Konsep Penelitian.

2.10 Hipotesis

H_0 = Tidak terdapat bakteri *E.coli* pada air pdam dan air sumur

H_a = Terdapat bakteri *E.coli* pada air pdam dan air sumur

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Desain Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian analitik observasional menggunakan metode *cross sectional* yang observasi dan pengukuran variabelnya hanya dilakukan satu kali, pada satu waktu untuk memperoleh gambaran kualitas air PDAM dan air sumur rumah tangga yang ada di Kelurahan Gedong Air, Bandar Lampung.

3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Kesehatan Daerah Bandar Lampung, pada bulan September-Oktober 2016.

3.3 Populasi dan Sampel

Populasi penelitian meliputi seluruh wilayah Kelurahan Gedong Air Bandar Lampung. Sedangkan sampel penelitian adalah rumah yang terletak di daerah tersebut dan memiliki sumber air PDAM atau air sumur. Sampel diambil dengan menggunakan metode *simple random sampling*.

Rumus perhitungan sampel:

$$n = \frac{Z\alpha^2 \times p \times q}{d^2}$$

Dimana :

Z_{α^2} = tingkat kemaknaan (95%=1,96)

p = proporsi air bersih yang tidak memenuhi syarat (97%)

q = proporsi air bersih yang memenuhi syarat (3%)

d = tingkat ketetapan absolut (10%)

n = jumlah sampel

sehingga diperoleh jumlah sampel sebagai berikut :

$$n = \frac{1,96^2 \times 0,97 \times 0,03}{0,1^2}$$

$$n = \frac{3,8416 \times 0,97 \times 0,03}{0,01}$$

$$n = \frac{0,1117}{0,01}$$

$$n = 11,17 \approx 12 \text{ sampel}$$

Ket : 12 sampel yang didapat terhitung untuk 12 sampel air PDAM dan 12 sampel air sumur, nilai p dan q berdasarkan hasil penelitian Gwimbi P,2011.

3.4 Variabel Penelitian

Variabel bebas penelitian adalah air PDAM dan air sumur, sedangkan variabel terikat penelitian adalah bakteri *E.coli*.

3.5 Definisi Operasional

Tabel 3. Definisi Operasional.

Variabel	Definisi	Cara ukur	Alat Ukur	Hasil Ukur	Skala
Air PDAM	Sumber air yang bersih dan diawasi dimonitor oleh aparat-aparat eksekutif maupun legislatif daerah dan air PDAM merupakan air yang digunakan sehari-hari oleh warga di kecamatan Gedong Air Bandarlampung.	Mengambil 12 sampel air PDAM dengan menggunakan tabung steril lalu dibawa ke laboratorium.	Tabung steril	(-)	Numerik
Air Sumur	Sumber air yang berasal dari lapisan tanah yang digunakan sehari-hari oleh warga di kecamatan Gedong Air Bandarlampung.	Mengambil 12 sampel air sumur dengan menggunakan tabung steril lalu dibawa ke laboratorium.	Tabung steril	(-)	Numerik
<i>E.coli</i>	Merupakan kuman berbentuk batang pendek (kokobasil) yang berukuran 0,5 x 1,3 μ m dan tidak diperbolehkan ada di sumber air rumah tangga di Kecamatan GedongAir BandarLampung	1. Uji MPN 2. Pewarnaan Gram 3. Uji IMViC 4. Uji Gula-Gula	(-)	1. Ditemukan bakteri <i>E.coli</i> 2. Tidak ditemukan bakteri <i>E.coli</i>	Kategorik

3.6 Bahan Penelitian

Bahan penelitian adalah air PDAM atau air sumur yang terdapat di rumah yang ditentukan sebagai sampel.

3.7 Alat-Alat Penelitian

Alat yang digunakan pada penelitian seperti rak, tabung reaksi, tabung durham, sengkeli (ose), bunsen, pinset, cawan petri, beker glass, pipet hisap, pipet ukur, lidi kapas steril, lampu spiritus, lemari pengeram (inkubator), *autoclave*, labu Erlenmeyer, mikroskop, serta peralatan lazim lainnya yang terdapat di Laboratorium Kesehatan Daerah.

3.8 Media Yang Digunakan

- *Lactose Broth* (LB)
- *Brilliant Green Lactose Bile* (BGLB) *Broth* 2%
- *Escherichia coli Broth* (EC Broth)
- *Eosin Metylen Blue Agar* (EMBA)
- *Mac Conkey Broth*
- *Simmons Citrate Agar* atau *Koser Citrat*
- *Nutrient Agar*
- *Pereaksi Kovacs*
- *Pereaksi untuk pewarna gram*
- *Pereaksi Indole*
- *Media urea*
- *Perbenihan semi solid* (SIM/MIO)
- *Media TSIA/KIA*

3.9 Prosedur Penelitian

1. Persiapan

Pada tahap persiapan bahan penelitian dan alat-alat yang akan digunakan.

Persiapan alat yang dilakukan berupa sterilisasi semua alat menggunakan

autoclave. Semua alat yang harus di sterilisasi adalah botol sebanyak 24 botol dan box atau termos sebagai wadah untuk botol tersebut. Benda-benda tersebut disterilisasi menggunakan *autoclave* pada suhu 121°C selama 15-20 menit.

Prosedur pengambilan sampel air untuk pemeriksaan mikrobiologi dilaksanakan berdasarkan tipenya, yaitu:

- a. pengambilan sampel air kran
 - membersihkan ujung kran dari setiap benda yang menempel
 - membuka kran, sampai air mengalir secara maksimal selama 1-2menit kemudian aliran dihentikan
 - setelah air tidak mengalir, sterilkan kran selama satu menit dengan api atau menggunakan alkohol
 - kemudian buka kembali kran air dan biarkan air mengalir 1-2 menit
 - membuka tutup botol steril berupa alumunium foil
 - mengisi botol steril dengan air kurang lebih 100ml
 - tutup kembali botol dengan alumunium foil

- b. Pengambilan sampel air tanah atau air sumur
 - melepas alumunium foil dari botol steril
 - mengisi botol dengan cara mencelupkan botol dalam keadaan air yang terlebih dahulu diikat oleh benang pada pengambilan air sumur atau dipegang oleh tangan secara langsung pada pengambilan air dari sumber air mengalir sampai sedalam kira-kira 20cm dengan bibir botol menghadap ke atas

- pada sumber air dengan kran air yang mengalir, maka mulut botol harus menghadap ke arah datangnya aliran air (Hadi,2005)

Setelah sampel didapatkan, sampel harus segera dikirim ke laboratorium untuk dilakukan pemeriksaan. Jika waktu pengiriman lebih dari 3 jam maka sampel disimpan dalam *ice box* untuk mempertahankan suhu di sekitar sampai berkisar 4 derajat celcius – 10 derajat celcius. Kemudian dipindahkan kedalam dua buah beker glass yang telah disterilkan. (Hadi,2005)

2. Uji *Most Probable Number* (MPN)

Pada Sampel air, digunakan teknik *Most Probable Number* (MPN) dalam pengujian untuk mendeteksi bakteri *coliform*. Langkah teknik MPN yaitu *presumptive test* dan *confirmed test*.

1) *Presumptive test*

Untuk uji MPN air bersih atau air minum yang menggunakan 5 tabung maka tidak diperlukan pengenceran. Jadi, pipet masing-masing 10 ml cuplikan ke dalam 5 tabung yang berisi 10ml *Lactose Broth* atau *Lauryl Sulphate Trytose broth double strength*, yang didalamnya terdapat tabung durham terbalik. Selanjutnya pipet masing-masing 1ml dan 0,1ml cuplikan ke dalam 5 tabung yang kedua dan ketiga yang berisi 5ml perbenihan yang sama tetapi yang *single strength*.

2) *Confirmed Test*

Dari tabung yang positif gas pada *presumptive test* dipindahkan menggunakan jarum inokulasi ke dalam tabung yang berisi 10 ml *Brilliant Green Lactose Bile (BGLB) Broth 2%*. Masukkan semua tabung ke dalam inkubator pada suhu 36°C selama 24 – 48 jam. Adanya gas pada tabung BGLB memperkuat adanya bakteri *coliform*. Catat jumlah tabung yang positif gas pada uji penegasan (*confirmed test*).

Selain diinokulasikan pada media BGLB, tabung yang positif gas juga dilanjutkan dengan menggunakan media *Escherichia coli Broth (EC Broth)* dengan cara memasukkan 1 sengkeli biakan positif gas pada BGLB ke dalam tabung berisi *EC Broth*. Inkubasikan dalam penangas air pada suhu 44 – 45°C selama 24 – 48 jam. Catat tabung yang didalamnya terbentuk gas. (*E.coli* dianggap positif, jika didalam tabung terbentuk gas). Lanjutkan penetapan *E.coli* dengan menginokulasikan biakan yang membentuk gas ke media *Eosin Metylen Blue Agar (EMBA)*. Inkubasikan pada suhu 35°C selama 18 – 24 jam. Pilih koloni berwarna kilap logam (EMBA) dan inokulasikan pada *Nutrient Agar* miring ke dalam tabung, inkubasikan pada suhu 35°C selama 18 – 24 jam, dan pada waktu yang sama lakukan pewarnaan Gram.

3. Pewarnaan Gram

Dalam pewarnaan gram prosedur diawali dengan membuat preparat apus bakteri dengan cara apuskan satu ose NaCl fisiologis steril pada objek gelas, lalu ambil satu ose biak bakteri dari agar darah, kemudian buat apusan tipis dan difiksasi di atas api bunsen. Teteskan preparat apus dengan gentian violet selama 5 menit, lalu dibilas dengan air. Selanjutnya tetesi lugol selama 1 menit lalu dibilas dengan air, kemudian teteskan alkohol 95% lalu dibilas dengan air dan diberi safranin selama 2 menit dan dibilas kembali dengan air. Setelah itu keringkan preparat dengan tisu lalu beri 1 tetes minyak emersi dan amati hasil dibawah mikroskop dengan pembesaran 100 x.

4. Uji Biokimia *Simmon Citrate* (SC), Urease, *Sulfit Indol Motility* (SIM), *Triple Sugar Iron Agar* (TSIA)

Uji *Simmon Citrate* (SC) dilakukan dengan cara mengambil koloni bakteri dari *Nutrient Agar* dengan menggunakan ose steril, lalu ose yang berisi bakteri digoreskan zig-zag pada permukaan media SC. Selanjutnya diinkubasi pada suhu 37°C selama 18-24 jam. Hasil positif jika media berubah warna dari hijau menjadi biru. Hasil negatif jika media tetap berwarna hijau. Untuk bakteri *Escherichia coli* hasil yang didapatkan adalah hasil negatif.

Uji Urease dilakukan dengan cara mengambil koloni bakteri dari *Nutrient Agar* dengan menggunakan ose steril, lalu ose yang berisi bakteri digoreskan zig-zag pada permukaan media Urea. Selanjutnya diinkubasi pada suhu 37°C selama 18-24 jam. Hasil positif jika media berubah warna dari kuning menjadi merah muda. Hasil negatif jika media tetap berwarna kuning. Untuk bakteri *Escherichia coli* hasil yang didapatkan adalah hasil negatif.

Uji *Sulfit Indol Motility* (SIM) terdiri dari uji Indol dan uji Motilitas. Uji indol yang dilakukan dengan cara dengan ose yang lancip dan steril, diambil sedikit pertumbuhan bakteri dan diinokulasikan kedalam SIM dengan jalan menusukkan tegak lurus kedalam agar hampir mencapai dasar tabung. Selanjutnya diinkubasikan 18-24 jam dengan suhu 35-37°C. Permukaan pertumbuhan bakteri pada SIM ditetesi reagen kovac sebanyak 0,25 ml. Kocok pelan dan perhatikan adanya warna yang timbul. Hasil positif jika terbentuk cincin warna merah dan hasil negatif jika tidak terbentuk cincin merah. Uji motilitas dilakukan dengan cara yang sama dengan uji Indol. Hasil uji motilitas positif jika ada pertumbuhan bakteri hanya pada bekas tusukan. Untuk bakteri *E.coli* hasilnya adalah Sulfur negatif, Indol positif, Motilitas positif.

Uji Triple Sugar Iron Agar (TSIA) dilakukan dengan cara mengambil koloni dari *Nutrient Agar* menggunakan ose steril lalu diinokulasikan kedalam dasar media, kemudian dioles dipermukaannya. Selanjutnya

diinkubasi pada suhu 37°C selama 18-24 jam. Interpretasi hasilnya Lereng Merah (K=Alkali)/ Kuning (A=Acid), Dasar Merah (K=Alkali)/ Kuning (A=Acid), H₂S warna hitam antara dasar lereng, gas agar bagian dasar pecah/ada gelembung. Untuk bakteri *E.coli* hasilnya adalah Lereng merah alkali, Dasar merah alkali, gas positif.

3.10 Analisis Data

a. Analisis Univariat

Analisis univariat bertujuan untuk menjelaskan atau mendeskripsikan karakteristik tiap variabel penelitian dalam bentuk distribusi frekuensi.

b. Analisis Bivariat

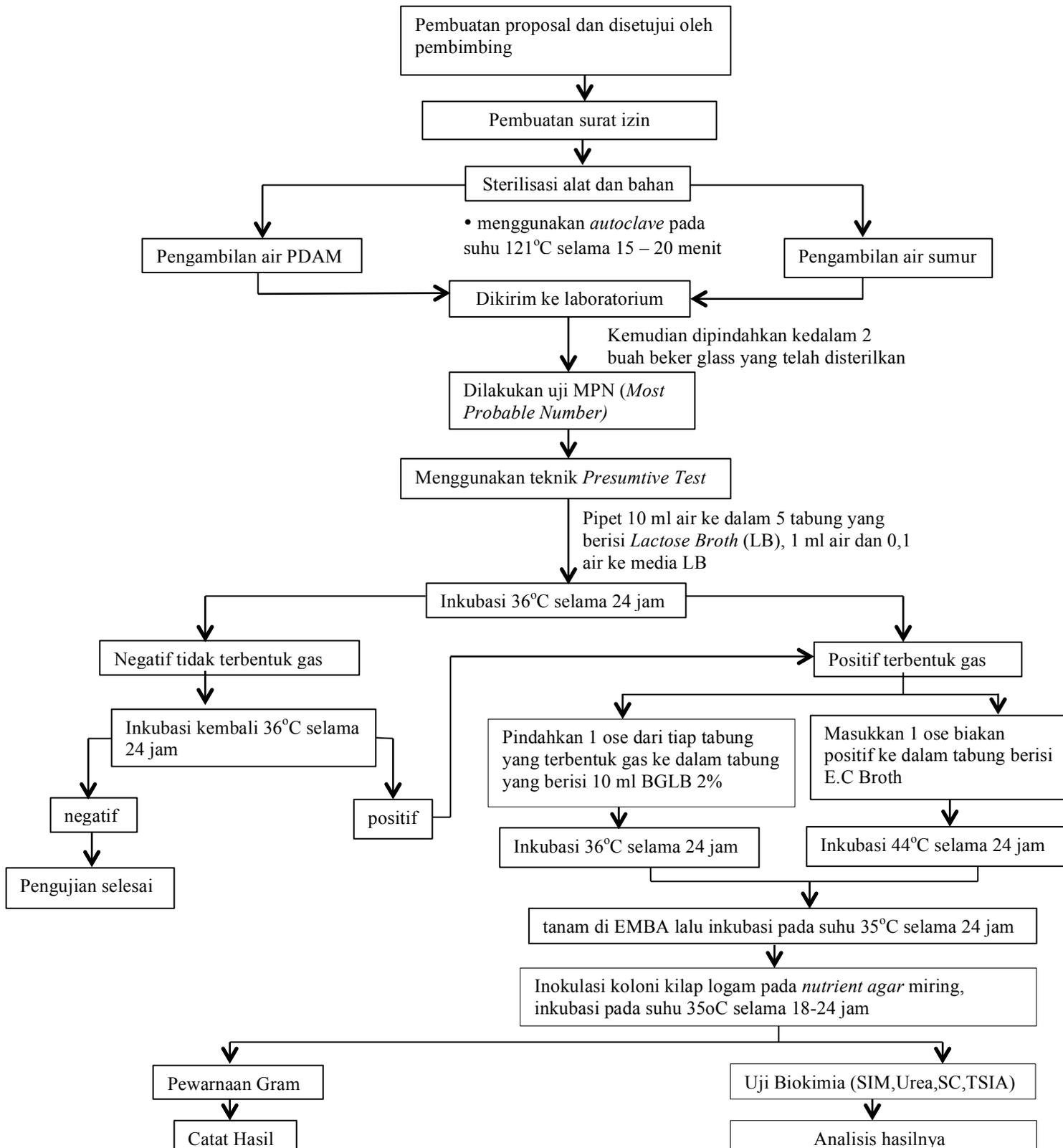
Analisis bivariat menggunakan program SPSS (*Statistical Product and Service Solutions*) untuk melihat apakah terdapat hubungan yang bermakna antara bakteri *E.coli* pada air PDAM dan air sumur di Kel.Gedong Air Bandar Lampung. Uji statistik yang akan digunakan adalah *Chi-Square* yang merupakan suatu jenis uji komparatif non parametrik yang dilakukan pada dua variabel yang dimana pada skala data kedua variabel adalah nominal. Tingkat kepercayaan pada uji *Chi-Square* adalah 95% ($\alpha = 0,05$).

Interpretasi pada uji *Chi-Square*, adalah:

1. Bila $P \text{ value} \leq \alpha (0,05)$ maka hasil bermakna, yang berarti ada perbedaan yang bermakna antara variabel independen dan dependen dan artinya hipotesis (H_0) ditolak.
2. Bila $P \text{ value} > \alpha (0,05)$ maka artinya hipotesis (H_0) diterima yang berarti data sampel tidak mendukung adanya perbedaan yang bermakna.

Syarat uji *Chi Square* adalah jumlah sel yang mempunyai nilai *expected* kurang dari 5, maksimal sebanyak 20% dari jumlah sel yang ada. Jika syarat tidak terpenuhi, untuk tabel 2x2 dapat digunakan alternatif berupa uji *Fisher* (Dahlan, 2014).

3.11 Alur Penelitian



Gambar 4. Alur penelitian.

3.12 *Ethical Clearance*

Penelitian ini telah lulus persetujuan etik dengan No: 112/UN26.8/DL/2017.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Teridentifikasi adanya kontaminasi oleh bakteri *E.coli* pada 7 sampel (58,3%) dari 12 sampel air PDAM dengan kadar bakteri >0/100 ml air dan adanya kontaminasi oleh bakteri *E.coli* pada 1 sampel (8,3%) dari 12 sampel air sumur dengan kadar bakteri >0/100 ml air dimana sampel tersebut diambil dari sumber air PDAM dan air sumur di Kelurahan Gedong Air, Bandar Lampung. Kadar bakteri *E.coli* pada air PDAM yang lebih banyak dibandingkan dengan air sumur disebabkan oleh sedang terjadinya kebocoran pipa pada air PDAM.

5.2. Saran

1. Pemantauan rutin pada jalur distribusi air secara berkala agar kualitas air, pipa dan sebagainya dapat selalu terjaga.
2. Pemeliharaan khusus pada pipa-pipa yang menyalurkan air ke masyarakat untuk mencegah adanya kebocoran pipa.
3. Pemberian gas khlor sesuai takaran yang dianjurkan.

4. Pemeriksaan kualitas air pada konsumen secara berkala, contohnya 1 kali dalam waktu 1 bulan sesuai dengan Permenkes RI No.907/Menkes/SK/VII/2002.
5. Pada konsumen air sumur gali disarankan untuk selalu menutup sumur dengan rapat agar tidak ada sampah atau pencemar lain yang masuk ke dalam air sumur.
6. Pembuatan sumur yang disarankan >11 m dari jamban, kandang ternak dan septic tank agar tidak ada bakteri coli tinja atau bakteri lainnya yang merembes ke dalam air.
7. Usahakan untuk membuat sumur gali dengan kedalaman >7 m dari permukaan tanah agar jauh dari kontaminasi *septic tank*, genangan air yang ada di lantai dekat sumur dan hal lainnya yang dapat mengkontaminasi air.
8. Perbaiki konstruksi sumur gali yang telah rusak juga menjadikan suatu sumur tersebut menjadi kedap air agar tidak ada resapan air yang akan mempengaruhi kualitas mikrobiologi air bersih.
9. Memastikan air benar-benar dimasak hingga mendidih agar bakteri yang terkandung benar-benar mati karena untuk bakteri *E.coli* dapat bertahan hingga suhu 46⁰C.
10. Perlu untuk menjaga kebersihan lingkungan di sekitar sumber air yang dikonsumsi agar tidak terkontaminasi oleh mikroorganisme yang dapat menimbulkan penyakit.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonimus. 2006. Media Lactose Broth. Washington DC: Acumedia. [Online Jurnal] [Diunduh pada tanggal 24 Mei]. Tersedia dari http://www.neogen.com//Acumedia/pdf/ProdInfo/7141_PI.pdf.
- Anathanarayan R, Paniker CKJ. Text Book Of Microbiology 7th. Himayatnagar: Orient Longman Private Ltd: 2006. hlm. 45-53.
- Anggraini Y. 2013. Kualitas Mikrobiologi Air Bersih Di Pondok Pesantren Di Kota Metro [KTI]. Bandar Lampung: Politeknik Kesehatan Kemenkes Tanjung Karang.
- Aramana IYT, Kawatu PAT, Ratag B, Umboh JML. 2013. Gambaran kualitas fisik dan bakteriologis air serta kondisi fisik sumur gali di kelurahan bitung karangria kecamatan tuminting kota Manado. Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sam Ratulangi. Manado. hlm. 1-7.
- Az-zahra S, Dj RS, Wardhani EKA. 2014. Karakteristik Kualitas Air Baku & Lumpur sebagai Dasar Perencanaan Instalasi Pengolahan Lumpur IPA Badak Singa PDAM Tirtawening Kota Bandung. 2(2) hlm. 1-10.
- Capuccino JG, Sherman N. 2012. Microbiology A Laboratory Manual Edition 9th. California: The Benjamin Cummings Publishing Company. hlm. 323-327.
- Chandra B. 2007. pengantar kesehatan lingkungan. Jakarta: EGC.
- Chen X, Zhou W, Pickett TA, Li W, Han L. 2016. Spatial-Temporal Variations of Water Quality and Its Relationship to Land Use and Land Cover in Beijing, China. International Journal of Environmental Research and Public Health, 13(5), p.449. [Online Jurnal] [diunduh 4 mei 2016]. Tersedia dari: <http://www.mdpi.com/1660-4601/13/5/449>.
- Dahlan, M. S. 2014. Statistik Untuk Kedokteran dan Kesehatan. Jakarta: Epidemiologi Indonesia.
- Damayanty SA. 2013. Pembenahan PDAM: Fasilitas Pemerintah vs Revitalisasi Manajemen. hlm. 1-9.

- Dewi YLR. 1990. Perubahan Iklim dan Potensi Gangguan Kesehatan di Indonesia. hlm. 440–446.
- Dinas Kesehatan Kota Bandar Lampung. 2016. Prevalensi Diare di Kota Bandar Lampung. Profil Kesehatan Kota Bandar Lampung.
- Ejemot-Nwadiaro RI, Ehiri JE, Meremikwu MM, Critchley J. 2012. Hand washing for preventing diarrhoea (Review). *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (2), Art. No.: CD004265. [Online Journal] [diunduh 4 mei 2016]. Tersedia dari: <http://doi.org/http://dx.doi.org/10.1002/14651858.CD004265.pub2>.
- Falamy R, Warganegara E, Apriliana E. 2013. Deteksi Bakteri Coliform pada Jajanan Pasar Cincau Hitam di Pasar Tradisional dan Swalayan Kota Bandar Lampung. *Jurnal of Majority*, pp.1–9. [Online Jurnal] [Diunduh 11 mei 2016] Tersedia dari: <http://juke.kedokteran.unila.ac.id/index.php/majority/article/view/34>.
- Fauziah. 2013. Hubungan faktor individu dan karakteristik sanitasi air dengan kejadian diare pada balita umur 10 - 59 bulan di kelurahan sumurbatu kecamatan bantargebang kota Bekasi tahun 2013 [skripsi]. Jakarta: universitas islam negeri syarif hidayatullah jakarta.
- Gwimbi P. 2011. The Microbial Quality of Drinking Water in Manonyane Community Maseru District, Lesotho. [Online Jurnal] [Diunduh 30 Mei 2016]. Tersedia dari: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3260991/pdf/AFHS1103047-4.pdf>.
- Hadi, Anwar. 2005. Prinsip pengelolaan pengambilan sampel lingkungan. Jakarta: Gramedia.
- Hartini S. 2009. Faktor - faktor yang berhubungan dengan kontaminasi deterjen pada air minum isi ulang di depot air minum isi ulang di Kabupaten Kendal [skripsi]. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Hidayat MI. 2015. Kontruksi Penyediaan Air Bersih Di Rumah Sakit Bumi Waras Bandar Lampung [KTI]. Bandar Lampung: Politeknik Kesehatan Tanjung Karang.
- Hodge J, Chang HH, Boisson S, Collin SM, Peletz R, Clasen T. 2016. Assessing the association between thermotolerant coliforms in drinking water and diarrhea: An analysis of individual level data from multiple studies. *Env. Health Perspectives*.
- Irianto K. 2014. Ilmu Kesehatan Masyarakat. Bandung: CV. Alfabeta.

- Istiqomah M. 2015. Pengamatan Kualitas Mikrobiologik Air Bersih Di Perumahan Karyawan PTPN VII Unit Way Berulu [KTI]. Bandar Lampung: Politeknik Kesehatan Tanjung Karang.
- Jawetz, Melnick, Adelberg. 2013. Mikrobiologi Kedokteran 25th ed. G. F. Brooks et al eds. Jakarta: EGC.
- Katiho AS, Joseph WBS. 2016. Gambaran Kondisi Fisik Sumur Gali di Tinjau dari Aspek Kesehatan Lingkungan dan Perilaku Pengguna Sumur Gali di Kelurahan Sumompo Kecamatan Tuminting Kota Manado. hlm. 28–35.
- Kurniawan M. 2016. Kualitas Mikrobiologi Air Sumur Gali Di Desa Talang Palembang Kecamatan Cukuh Balak Kabupaten Tanggamus [KTI]. Bandar Lampung: Politeknik Kesehatan Tanjung Karang.
- Levy K. 2015. Editorial: Does poor water quality cause diarrheal disease American Journal of Tropical Medicine and Hygiene. 93(5). hlm. 899–900. [Online Journal] [diunduh 4 mei 2016]. Tersedia dari: <http://doi.org/10.4269/ajtmh.15-0689>.
- Liani T. 2014. Gambaran Kualitas Mikrobiologi Air Bersih Di Pasar Tradisional Kota Bandar Lampung [KTI]. Bandar Lampung: Politeknik Kesehatan Kemenkes Tanjung Karang.
- Mahapatra S, Michie SA, Sylvester K, Cornfield D. 2016. Diagnostic Dilemma in the Treatment of a Fatal Case of Bloody Diarrhea. Journal of Investigative Medicine High Impact Case Reports. 4(1). [Online Journal] [diunduh 4 mei 2016]. Tersedia dari: <http://doi.org/10.1177/2324709616638698>.
- Marwati NM, Mardani NK, Sundra IK. 2008. Kualitas Air Sumur Gali Ditinjau Dari Kondisi Lingkungan Fisik dan Perilaku Masyarakat di Wilayah Puskesmas I Denpasar Selatan. Ecotrophic. 5(1):63-69.
- Melliawati R. 2009. *Escherichia coli* dalam kehidupan manusia. Biotrends. 4(1). hlm. 1–8.
- Melviana MS, Dharma S, Naria E. 2014. Hubungan Sanitasi Jamban dan Air Bersih dengan Kejadian pada Balita di Kelurahan Terjun Kecamatan Medan Marelan Kota Medan Tahun 2014. Fakultas Kesehatan Masyarakat USU.
- Nugroho. 2008. Analisis Kualitas Air Danau Kaskade sebagai Sumber Imbuhan Waduk Resapan di Kampus UI Depok. Jurnal Sains & Teknologi Indonesia 10. hlm. 99–105.
- Paradita J. 2011. Pemeriksaan Kualitas Bakteriologis Air Pada Konsumen Perusahaan Daerah Air Minum Way Rilau Kota Bandar Lampung Tahun

- [KTI]. Bandar Lampung: Politeknik Kesehatan Kemenkes Tanjung Karang.
- Pradani OS. 2012. Pengaruh Formula Rehidrasi Oral Berbasis Beras Terhadap Lama Sakit Anak Diare Akut [skripsi]. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Prabowo B. 2015. Gambaran Kualitas Mikrobiologis Air Bersih Pada Instalasi Air Bersih Di Pangkalan TNI AU Lampung Piabung Kabupaten Pesawaran Provinsi Lampung [KTI]. Bandar Lampung: Politeknik Kesehatan Tanjung Karang.
- Prasetyo, T. 2009. Pola Resistensi Bakteri dalam Darah Terhadap Kloramfenikol, Trimethoprim/Sulfametoksazol, dan Tetrasiklin di Laboratorium Mikrobiologi Klinik Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia Pada Tahun 2001 - 2006. [skripsi]. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Purna IN, Aryana IK. 2014. Faktor-faktor yang berhubungan dengan kejadian diare pada balita yang berobat ke badan rumah sakit umum tabanan. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*. 4 .hlm. 134–139.
- Rahayu R. 2014. Hubungan Kontruksi Dan Jarak Sumber Pencemar Dengan Kualitas Mikrobiologi Air Sumur Gali Di Desa Merak Batin Kecamatan Natar Kabupaten Lampung Selatan [KTI]. Bandar Lampung: Politeknik Kesehatan Kemenkes Tanjung Karang.
- Ramadhan A. 2016. Perbandingan bakteriologi *Escherichia coli* pada sumber air minum sumur gali dengan sumber air minum sumur bor di terminal tirtonadi surakarta [skripsi]. Semarang: Fakultas Kedokteran UMS. 4(2). hlm. 134-139.
- Sardjana, Nisa, Hairun. 2007. *Epidemiologi Penyakit Menular*. Jakarta: Jakarta Press.
- Setyaningrum S. 2016. Kontaminasi Patogen pada Sumber Air dan Upaya Penyisihan Patogen dalam Proses Produksi Air Bersih. *Jurnal Jurusan Teknik Kimia Institut Teknologi Bandung*. hlm 1-9.
- Sorensen JPR. 2015. Science of the Total Environment Tracing enteric pathogen contamination in sub-Saharan African groundwater. *The Science of the Total Environment*. 538. hlm. 888–895.
- Staff Pengajar FKUI. 2016. *Buku Ajar Mikrobiologi Kedokteran revisi*. Jakarta: bina rupa aksara.
- Standar Nasional Indonesia. 2008. *Metode Pengujian Cemaran Mikroba dalam Daging, Telur, dan Susu, Serta hasil Olahannya*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.

- Standar Nasional Indonesia. 2006. Metode Pengujian Air minum dalam kemasan. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Tanto C. 2014. KAPITA SELEKTA KEDOKTERAN: essentials of medicine IV. Jakarta: Media Aesculapius.
- Triwibowo C, Mithaerlisya P. 2014. PENGANTAR DASAR: Ilmu Kesehatan Masyarakat. Bandung: medical book.
- Tururaja T. 2010. Bakteri Coliform di Perairan Teluk Doreri, Manokwari Aspek Pencemaran Laut dan Identifikasi Species. 15(1). hlm.47–52.
- UPTD Laboratorium Kesehatan. 2013. Instruksi Kerja Pemeriksaan dan Identifikasi Bakteri Aerob. hlm. 1-11, No.19-80/IK
- Widianti P, Ristianti N. 2005. Analisis Kualitatif Bakteri Koliform Pada Depo Air Minum Isi Ulang di Kota Singaraja Bali. Jurnal pendidikan biologi.
- Widoyono. 2008. Penyakit Tropis: Epidemiologi, Penularan, Pencegahan dan Pemberantasannya. Jakarta: Erlangga.
- Wulandari AS. 2010. Hubungan Kasus Diare dengan Faktor Sosial Ekonomi dan Perilaku. Bagian IKM Fakultas Kedokteran UWKS
- Yuliasuti E. 2011. Kajian Kualitas Air Sungai Ngringo Karanganyar dalam upaya Pengendalian Pencemaran Air [tesis]. Surabaya: Universitas Diponegoro.