

**IDENTIFIKASI BAKTERI *Coliform* DAN *Escherichia coli*
PADA DEPOT AIR MINUM ISI ULANG
DI KOTA BANDAR LAMPUNG**

(Skripsi)

Oleh

MADE AYU PURNAMA SARI



**FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2019**

**IDENTIFIKASI BAKTERI *Coliform* dan *Escherichia coli*
PADA DEPOT AIR MINUM ISI ULANG
DI KOTA BANDAR LAMPUNG**

Oleh

MADE AYU PURNAMA SARI

Skripsi

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

Pada

**Fakultas Kedokteran
Universitas Lampung**



**FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2019**

Judul Skripsi : **IDENTIFIKASI BAKTERI *Coliform* DAN *Escherichia coli* PADA DEPOT AIR MINUM ISI ULANG DI KOTA BANDAR LAMPUNG**

Nama Mahasiswa : **Made Ayu Purnama Sari**

No. Pokok Mahasiswa : **1518011152**

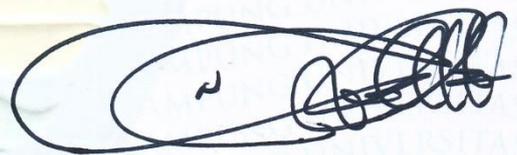
Program Studi : **Pendidikan Dokter**

Fakultas : **Kedokteran**

MENYETUJUI
Komisi Pembimbing



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



dr. Novita Carolia, S.Ked., M.Sc
NIP 19831110 200801 2 001

MENGETAHUI

Dekan Fakultas Kedokteran



Dr. Dyah Wulan S.R. Wardani, SKM., M.Kes
NIP 19720628 199702 2 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : **dr. Tri Umiana Soleha, S.Ked., M.Kes**



Sekretaris : **dr. Novita Carolia, S.Ked., M.Sc**

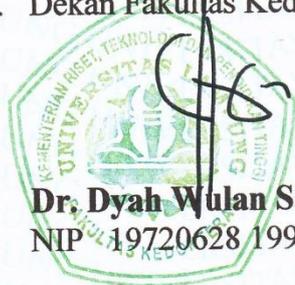


Penguji

Bukan Pembimbing : **Dr. dr. Khairun Nisa Berawi, S.Ked., M.Kes., AIFO**



2. Dekan Fakultas Kedokteran



Dr. Dyah Wulan S.R. Wardani, SKM., M.Kes
NIP 19720628 199702 2 001

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **27 Mei 2019**

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan dengan sebenarnya, bahwa:

Skripsi dengan judul: **“Identifikasi Bakteri *Coliform* dan *Escherichia coli* Pada Depot Air Minum Isi Ulang di Kota Bandar Lampung”** adalah hasil karya sendiri dan tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan atas karya penulis lain dengan cara tidak sesuai tata etika ilmiah yang berlaku dalam masyarakat akademik atau disebut plagiarism. Hal intelektual 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, 27 Mei 2019
Pembuat Pernyataan



Made Ayu Purnama Sari

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Kota Metro pada tanggal 12 April 1998, sebagai anak kedua dari tiga bersaudara dari Bapak I Ketut Wiyasa dan Ibu Desak Made Artini. Penulis memiliki 1 kakak laki-laki yang bernama Putu Mahesa Ardiyana Yoga dan 1 adik perempuan yang bernama Komang Ria Yuliana Santhi.

Pendidikan Taman Kanak-kanak (TK) penulis diselesaikan di TK PKK 1 Yosodadi Metro pada tahun 2004, Sekolah Dasar (SD) diselesaikan di SD Xaverius Metro pada tahun 2010, Sekolah Menengah Pertama (SMP) diselesaikan di SMP Xaverius Metro pada tahun 2013, dan Sekolah Menengah Atas (SMA) diselesaikan di SMAN 4 Metro pada tahun 2015.

Pada tahun 2015, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Lampung mengikuti jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN). Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif tergabung dalam organisasi PMPATD Pakis Rescue Team yaitu sebagai anggota divisi pecinta alam periode 2016-2017 dan sebagai kepala divisi keuangan periode 2017-2018.

Dengan penuh cinta
Kupersembahkan karya sederhanaku ini
untuk Mama, Bapak, Kakak dan Adikku,
Keluarga Besar
Serta
Semua orang yang ku sayangi

SANWACANA

Puji syukur penulis ucapkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat dan hidayah-Nya skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Skripsi dengan judul “Identifikasi Bakteri *Coliform* dan *Escherichia coli* Pada Depot Air Minum Isi Ulang di Kota Bandar Lampung” adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Kedokteran di Universitas Lampung.

Dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Hasriadi Mat Akin, M.P, selaku Rektor Universitas Lampung;
2. Dr. Dyah Wulan Sumekar RW, S.KM., M.Kes, selaku Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Lampung;
3. dr. Tri Umiana Soleha, S.Ked., M.Kes, selaku Pembimbing I yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan dengan sabar, motivasi yang membangun, serta saran yang baik dalam proses penyelesaian skripsi ini;
4. dr. Novita Carolia S.Ked., M.Sc, selaku Pembimbing II yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan dengan sabar, motivasi yang membangun, serta saran yang baik dalam proses penyelesaian skripsi ini;

5. Dr. dr. Khairun Nisa., S.Ked., M.Kes., AIFO, selaku Penguji yang sabar dan telah banyak memberikan banyak masukan, ilmu, kritik dan saran yang membangun dalam proses penyelesaian skripsi ini;
6. Dr. dr. Susianti., S.Ked., M.Sc, selaku Pembimbing Akademik, terima kasih sudah membimbing dengan sabar, memberikan masukan dan saran yang baik, serta motivasi untuk terus belajar selama ini;
7. Seluruh Staf Dosen FK Unila atas ilmu yang telah diberikan kepada penulis untuk menambah wawasan yang menjadi landasan untuk masa depan dan mencapai cita-cita;
8. Seluruh Staf TU, Administrasi, dan Akademik FK Unila, serta pegawai yang turut membantu dalam proses penelitian dan penyusunan skripsi ini;
9. Mama dan Bapak tercinta, terima kasih atas segala doa, motivasi, perhatian, dan kepercayaan kepadaku untuk menyelesaikan kuliah disini, serta selalu mendengarkan keluh kesah dan jatuh bangun anakmu dibangku perkuliahan;
10. Kakakku tersayang Putu Mahesa Ardiyana Yoga dan adikku tersayang Komang Ria Yuliana Santhi, terimakasih untuk doa, candaan dan dukungan selama ini sehingga aku bisa terus bangkit mengejar cita-cita;
11. Sahabat-sahabat perjuanganku di preklinik, Angie Carolyn, Dila Aulia, Evriana Citra, Lia Qelina, Rachmatia Ramadanti, Retno Julianingrum, Siti Nurkomala Sari, dan Sri Janahtul Hayati, terimakasih atas semua pengalaman dan pelajaran berharga selama ini, terimakasih sudah mau belajar bersama-sama untuk segala macam ujian selama perkuliahan;

12. Sahabatku tersayang Nikom Sonia Purohita terima kasih atas pengalaman berharga selama kuliah, terima kasih sudah mau mendengarkan keluh kesahku dan mau membagikan ilmunya;
13. Sahabat kos ku di Asrama Putri Tiara, Helen Kusuma Wardani dan Fiana Deswita terima kasih atas segala motivasi dan pengalaman berharga selama perkuliahan;
14. Grup Chilli ku, Refi Fandana, Dhea Novita, Farhandika Muhammad, dan Andhika Yudha terima kasih selalu memberikan support dan saling membantu satu sama lain;
15. Petugas laboratorium mikrobiologi di Laboratorium Kesehatan Daerah, terutama Bapak Lamiran terima kasih atas bantuan dan ilmu yang diberikan selama berlangsungnya penelitian;
16. Teman-teman kelas akselerasi SMA, Abiyyu, Agmy, Anggun, Bobby, Brian, Devi, Dimas, Dolly, Dzaky, Elita, Geby, Iqbal, Malik, Maril, Oscar, Reza, Serla, Tria, Yuridis terima kasih selalu memberikan dorongan, motivasi dan keyakinan untuk bisa bertahan sampai di titik ini;
17. Adik, kakak dan teman-temanku SC10 PMPATD Pakis Rescue Team terima kasih selalu menjadi rumah kedua saat diri ini lelah kuliah dan butuh refreshing, terima kasih atas pengalaman dan pelajaran yang luar biasa nilainya untuk menjadi team medis yang tanggap;
18. Teman-temanku Endom15ium yang tidak bisa saya sebutkan satu per satu, terima kasih atas kebersamaan yang terjalin selama ini, terima kasih sudah menjadi bagian keluarga ku selama di perantauan, semoga kita semua bisa menjadi dokter yang hebat dimasa depan;

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat berguna dan bermanfaat bagi setiap orang yang membacanya. Terima kasih.

Bandar Lampung, 27 Mei 2019
Penulis,

Made Ayu Purnama Sari

ABSTRACT

IDENTIFICATION OF *Coliform* and *Escherichia coli* BACTERIA IN REFILL DRINKING WATER DEPOTS IN BANDAR LAMPUNG CITY

By

Made Ayu Purnama Sari

Background: There are still many Indonesian people who use water drinking refill as a source of daily drinking water. Water contaminated with *Coliform* and *Escherichia coli* can cause diarrheal disease. This study aims to identify the presence of *Coliform* and *Escherichia coli* in refill drinking water samples in Bandar Lampung City.

Methods: This type of research is observational using a cross sectional design. The study was conducted in Januari-Februari 2019 in UPTD of the Lampung Provincial Health Laboratory Hall. This study used the simple random sampling method with a total of 32 samples of refill drinking water. Samples were assayed by MPN method and biochemical test.

Result: The study showed that from 32 refill drinking waters, there were 9 positive samples containing *Coliform* bacteria with an index MPN $>0/100$ ml (28%) there were *Klebsiella pneumonia*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Citrobacter*, and *Escherichia coli non-patogen*. In addition, from 32 samples test, no one samples containing *Escherichia coli*. The result of this study showed that 9 samples of refill drinking water that were positive for *Coliform* did not the criteria according to Health Minister Regulation of Indonesian Republic No 492 of 2010 on Mandatory Parameters of Refill Water Drinking Quality.

Conclusion: There were 9 samples of refill drinking water contaminated by *Coliform* and no one samples contaminated *Escherichia coli*.

Keyword: Refill water drinking, *Coliform*, Diarrhea, *Escherichia coli*

ABSTRAK

IDENTIFIKASI BAKTERI *Coliform* DAN *Escherichia coli* PADA DEPOT AIR MINUM ISI ULANG DI KOTA BANDAR LAMPUNG

Oleh

Made Ayu Purnama Sari

Latar belakang: Masyarakat Indonesia masih banyak yang menggunakan air minum isi ulang sebagai sumber air minum sehari-hari. Air yang terkontaminasi bakteri *Coliform* dan *Escherichia coli* dapat menyebabkan penyakit diare. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi adanya bakteri *Coliform* dan *Escherichia coli* pada sampel air minum isi ulang di Kota Bandar Lampung.

Metode: Jenis penelitian ini bersifat observasional dengan menggunakan desain *cross sectional*. Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari-Februari 2019 di UPTD Balai Laboratorium Kesehatan Provinsi Lampung. Penelitian ini menggunakan metode *simple random sampling* dengan jumlah 32 sampel air minum isi ulang. Sampel di uji menggunakan metode MPN dan uji biokimia.

Hasil: Penelitian menunjukkan dari 32 sampel air minum isi ulang yang di uji, terdapat 9 sampel positif mengandung bakteri *Coliform* dengan indeks MPN >0/100 ml (28%) yaitu terdapat bakteri *Klebsiella pneumonia*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Citrobacter*, dan *Escherichia coli non-patogen*. Selain itu, dari 32 sampel yang di uji tersebut tidak ditemukan sampel yang mengandung bakteri *Escherichia coli*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa 9 sampel air minum isi ulang yang positif mengandung bakteri *Coliform* tidak memenuhi persyaratan Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 492 tahun 2010 Tentang Parameter Wajib Kualitas Air Minum.

Simpulan: Terdapat 9 sampel air minum isi ulang yang terkontaminasi oleh bakteri *Coliform* dan tidak ada sampel yang terkontaminasi oleh bakteri *Escherichia coli*.

Kata Kunci: Air minum isi ulang, *Coliform*, Diare, *Escherichia coli*

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	i
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR	iv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan.....	4
1.4 Manfaat.....	4
1.4.1 Manfaat Bagi Peneliti	4
1.4.2 Manfaat Bagi Masyarakat.....	5
1.4.3 Manfaat Bagi Pemerintah	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Kualitas Air Bersih.....	6
2.2 Parameter Kualitas Air	6
2.3 Bakteri <i>Coliform</i>	10
2.4 Bakteri <i>Escherichia coli</i>	11
2.5 Depot Air Minum Isi Ulang (DAMIU).....	13
2.6 Diare	14
2.6.1 Pengertian Diare	14
2.6.2 Klasifikasi Diare	14
2.6.3 Etiologi Diare.....	15
2.6.4 Faktor Risiko Diare.....	15
2.6.5 Patogenesis Diare.....	16
2.7 Uji Identifikasi <i>Coliform</i> dan <i>Escherichia coli</i>	17
2.7.1 Uji Most Probable Number (MPN)	17
2.7.2 Uji Biokimia dan Uji Gula-gula	19
2.8 Kerangka Teori.....	21
2.9 Kerangka Konsep	22

BAB III METODE PENELITIAN

3.1	Desain Penelitian.....	23
3.2	Lokasi dan Waktu Penelitian.....	23
3.3	Subjek Penelitian.....	23
3.3.1	Populasi.....	23
3.3.2	Sampel	23
3.3.3	Kriteria Inklusi.....	24
3.4	Variabel Penelitian	25
3.4.1	Variabel Bebas.....	25
3.4.2	Variabel Terikat	25
3.5	Alat, Bahan dan Media Penelitian.....	25
3.5.1	Bahan Penelitian	25
3.5.2	Alat Penelitian	25
3.5.3	Media Penelitian	25
3.6	Prosedur Penelitian.....	26
3.6.1	Persiapan.....	26
3.6.2	Uji <i>Most Probable Number</i> (MPN)	27
3.6.3	Uji Biokimia dan Uji Gula-gula	29
3.7	Alur Penelitian.....	31
3.8	Definisi Operasional.....	32
3.9	Pengolahan dan Analisis Data.....	32
3.10	Etika Penelitian	32

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Hasil	33
4.2	Pembahasan.....	38

BAB V SIMPULAN DAN SARAN

5.1	Simpulan.....	43
5.2	Saran.....	43

DAFTAR PUSTAKA**LAMPIRAN**

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Daftar Parameter Wajib Kualitas Air Minum	9
2. Indeks MPN	19
3. Definisi Operasional.....	32
4. Hasil <i>Presumptive Test</i>	34
5. Hasil <i>Confirmed Test</i>	35
6. Hasil <i>Confirmed Test Fecal Coliform</i> Atau <i>Escherichia coli</i>	36
7. Hasil <i>Complete Test</i>	36
8. Hasil Uji Identifikasi Bakteri	37

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Bakteri <i>Escherichia coli</i> di lihat dengan pewarnaan gram.....	11
2. Kerangka teori penelitian	21
3. Kerangka konsep penelitian	22
4. Alur penelitian.....	31

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penyakit diare merupakan penyakit tertinggi kedua yang menyebabkan kematian pada anak-anak balita. Di dunia terdapat sekitar 1,7 miliar kasus diare yang terjadi setiap tahunnya (WHO, 2013). Setiap anak di Indonesia pernah mengalami episode diare sebanyak 1-2 kali per tahun (Depkes RI, 2009).

Kasus penyakit diare di Bandar Lampung pada tahun 2013 berjumlah 14.555 kasus (Dinkes Kota Bandar Lampung, 2013). Pada tahun 2014 mencapai 16.687 kasus diare (Dinkes Kota Bandar Lampung, 2014). Sedangkan pada tahun 2015 meningkat hingga mencapai 18.098 kasus (Dinkes Kota Bandar Lampung, 2015). Dari data yang telah ada dapat dilihat bahwa dari tahun 2013 hingga 2015 terjadi kenaikan jumlah kasus diare di Kota Bandar Lampung.

Kualitas air yang dikonsumsi masyarakat dapat menentukan derajat kesehatan masyarakat tersebut (Chaturvedi & Basin, 2011). Air minum yang telah terkontaminasi dan tidak bersih apabila dikonsumsi dapat berdampak buruk bagi kesehatan, misalnya kandungan mikroba yang melebihi standar baku mutu dapat menyebabkan diare. Penyakit diare lebih sering diderita oleh bayi

dan balita dikarenakan usus anak-anak sangat peka terutama pada tahun-tahun pertama dan kedua. Apabila diare tidak diatasi lebih lanjut maka akan menyebabkan dehidrasi dan berujung kematian. Hingga saat ini penyakit diare masih menjadi masalah kesehatan dunia terutama di negara-negara berkembang (Fauziah, 2013).

Berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan No. 907 (2002), pengertian air minum ialah air yang melalui proses pengolahan ataupun tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung di konsumsi. Di Indonesia, sumber air minum yang digunakan di rumah tangga biasanya bersumber dari air kemasan, air isi ulang, air PDAM, sumur bor/ atau pompa, mata air (baik terlindung maupun tidak terlindung), penampungan air hujan, dan air sungai atau irigasi (Kemenkes RI, 2013). Tingginya kebutuhan air minum bagi masyarakat terutama di daerah perkotaan mendorong berdirinya industri-industri Air Minum Isi Ulang (AMIU) dan Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) (Depkes RI, 2010). AMIU sampai saat ini masih sering menjadi pilihan umum oleh masyarakat dari berbagai kalangan karena harganya yang lebih murah daripada AMDK.

Tidak semua produk AMIU yang dijual oleh pemiliknya memiliki kualitas layak untuk dikonsumsi. Konsumen biasanya beranggapan bahwa AMIU sudah bersih dan bebas dari kuman penyebab penyakit sehingga saat membeli AMIU kemudian langsung dikonsumsi tanpa direbus terlebih dahulu.

Ada beberapa penyebab AMIU bisa terkontaminasi oleh bakteri, diantaranya sumber air baku yang tidak bersih, wadah tempat distribusi seperti galon yang

tidak memenuhi standar *hygiene* dan sanitasi depot AMIU, serta cara filtrasi dan desinfektan yang kurang baik (Pitoyo, 2005). Ada beberapa cara atau jalur penularan penyakit dengan perantara air yaitu *water borne disease*, *water based disease* dan *water washed disease*. Pada *water borne disease*, penyakit di tularkan ke manusia karena adanya pencemaran dari mikroorganisme ataupun suatu zat yang ada pada air. Kontaminasi pada manusia dapat melalui kegiatan mandi, mencuci, proses penyiapan makanan, ataupun meminum dan memakan makanan yang telah terkontaminasi (Triyono, 2014). Sedangkan pada *water washed disease*, merupakan penyakit yang dapat kita hindari dengan cara mencuci tangan dengan bersih menggunakan sabun dan dengan air yang mengalir dan penyiapan makanan yang *hygiene* (Dewi, 2012).

Coliform merupakan kelompok bakteri gram negatif yang apabila ditemukan didalam minuman atau makanan menunjukkan adanya mikroba bersifat enteropatogenik dan atau toksigenik yang berbahaya bagi tubuh. *Escherichia coli* adalah jenis bakteri *Coliform* tinja yang biasanya dapat ditemukan di usus manusia. *Escherichia coli* dalam air berasal dari pencemaran atau kontaminasi dari kotoran hewan ataupun manusia sehingga dapat menyebabkan diare. Adanya *Escherichia coli* pada air menandakan bahwa air tersebut tidak layak dikonsumsi (CDC, 2012). Berdasarkan uraian diatas, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian tentang AMIU untuk mengetahui AMIU yang layak dan tidak layak konsumsi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan pernyataan di atas, maka peneliti merumuskan masalah sebagai berikut: Apakah terdapat kontaminasi bakteri *Coliform* dan *Escherichia coli* pada sampel Depot Air Minum Isi Ulang (DAMIU) di Kota Bandar Lampung?

1.3 Tujuan

- a. Mengidentifikasi ada atau tidaknya kontaminasi bakteri *Coliform* dan *Escherichia coli* pada Depot Air Minum Isi Ulang (DAMIU) di Kota Bandar Lampung.
- b. Mengetahui jumlah depot yang terkontaminasi bakteri *Coliform* dan *Escherichia coli* pada Depot Air Minum Isi Ulang (DAMIU) di Kota Bandar Lampung.

1.4 Manfaat

1.4.1 Manfaat Bagi Peneliti

- a. Mendapatkan pengalaman dan pengetahuan mengenai tata cara penulisan karya ilmiah yang baik.
- b. Menambah pengetahuan dan pengalaman dalam bidang ilmu Mikrobiologi.
- c. Mengetahui keadaan air minum isi ulang yang digunakan oleh masyarakat sekitar.

1.4.2 Manfaat Bagi Masyarakat

- a. Memberikan informasi mengenai air minum isi ulang yang layak dikonsumsi.
- b. Meningkatkan kesadaran masyarakat mengenai air minum yang layak dikonsumsi.

1.4.3 Manfaat Bagi Pemerintah

Menjadi sumber informasi dan acuan bagi Pemerintah Kota Bandar Lampung tentang pentingnya pengawasan dan pengujian depot air minum isi ulang yang bersih dan layak untuk digunakan sehari-hari.

BAB II **TINJAUAN PUSTAKA**

2.1 Kualitas Air Bersih

Air merupakan materi esensial yang diperlukan bagi kehidupan makhluk hidup untuk mempertahankan kelangsungan hidupnya. Secara umum fungsi air dalam tubuh setiap organisme adalah untuk melarutkan senyawa organik, menstabilkan suhu tubuh dan melangsungkan berbagai reaksi kimia tingkat seluler (Campbell, 2010). Air bersih merupakan air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya memenuhi syarat-syarat kesehatan dan dapat diminum apabila telah dimasak dengan benar (Permenkes RI, 1990).

2.2 Parameter Kualitas Air

Air minum yang layak dan aman untuk dikonsumsi harus memenuhi beberapa persyaratan tertentu. Kualitas air minum yang layak dan aman bagi kesehatan harus memenuhi kriteria fisik, kimia, dan mikrobiologi (Permenkes RI, 2010).

Pada uji fisik, air yang baik yaitu air yang tidak berwarna, jernih, tidak keruh, tidak berbau, rasanya tawar, dan suhunya normal $\pm 25^{\circ}$ C. Air yang berwarna kemungkinan besar mengandung bahan-bahan yang berpotensi besar dapat membahayakan tubuh. Air yang berwarna biasanya karena adanya kandungan zat tanin dan asam humat, sehingga apabila terbentuk bersamaan dengan klor

maka dapat membentuk suatu senyawa kloroform yang bersifat racun dan jika dikonsumsi dapat berdampak buruk terhadap kesehatan tubuh. Air yang kualitasnya baik juga memiliki ciri tidak berbau. Air yang berbau busuk berarti mengandung bahan-bahan organik yang sedang mengalami penguraian oleh mikroorganisme air, misalnya bakteri.

Air yang rasanya manis, asam, pahit ataupun asam menunjukkan bahwa air tersebut tidak layak untuk dikonsumsi. Adanya asam organik maupun asam anorganik dapat menyebabkan air terasa asam, sedangkan adanya garam-garam tertentu dapat menyebabkan air terasa asin. Warna air yang seperti berlumpur dan terlihat keruh disebabkan oleh karena adanya suatu partikel zat yang tersuspensi. Zat suspensi organik yang ada di dalam air menjadi sumber makanan dan tempat yang mendukung untuk pembiakan bakteri. Sedangkan, zat suspensi anorganik dapat berasal dari lapukan tanaman atau hewan, dan limbah-limbah hasil industri.

Pada uji kimia, air yang baik yaitu air yang memiliki pH netral, tidak mengandung bahan kimia beracun, tidak mengandung ion-ion logam, dan memiliki kesadahan rendah. Indeks pencemaran air dapat diketahui dengan melihat angka pH keasaman atau kebasaan suatu air tersebut. Angka indeks yang umumnya digunakan yaitu 0 hingga 14. Bersifat netral apabila pH 7, $\text{pH} \geq 7$ bersifat basa dan $\text{pH} \leq 7$ bersifat asam. Air yang memiliki kualitas baik yaitu air yang tidak mengandung bahan-bahan kimia beracun misalnya seperti sianida sulfida, fenolik dan berbagai bahan kimia lainnya. Air yang baik juga sebaiknya tidak mengandung garam-garam atau ion-ion logam, seperti besi (Fe), nitrat (NO_3), klorida, sianida, dan seng (Zn). Kadar besi dalam air tidak boleh melebihi 1,0 mg/L karena dapat menyebabkan adanya perubahan rasa,

bau, warna air kekuningan, dan tempat berkembangnya bakteri *Crenothrix* yaitu bakteri besi. Kelebihan kadar logam besi dalam tubuh dapat berefek buruk terhadap kesehatan misalnya seperti, serangan jantung, gangguan pembuluh darah, bahkan dapat menyebabkan kanker hati. Kadar nitrat yang jumlahnya berlebihanpun dalam air minum dapat menyebabkan *methemoglobinemia*, yaitu suatu kondisi dimana hemoglobin dalam darah akan berubah menjadi methemoglobin, sehingga oksigen dalam darah berkurang kadarnya dan akhirnya menyebabkan fatal hingga kematian. Kadar klorida yang jumlahnya berlebihan dapat menimbulkan rasa asin, dan menimbulkan korosif atau karat pada pipa penyediaan air panas. Kadar seng yang berlebihan akan menimbulkan rasa pahit pada air. Selain itu, dapat juga menyebabkan muntah, diare dan gangguan pada reproduksi (Asdak, 2014). Kesadahan merupakan salah satu sifat kimia yang dimiliki air dengan kandungan-kandungan tertentu didalamnya seperti ion kalsium (Ca) dan magnesium (Mg) dalam bentuk garam karbonat. Dalam standar kualitas air bersih dan air minum, kesadahan CaCO_3 maksimum yang di perbolehkan adalah 500 mg/l dan kadar minimumnya adalah 75 mg/l. Air yang memiliki kesadahan rendah disebut air lunak, sedangkan air yang memiliki kesadahan tinggi disebut air sadah. Kelebihan kandungan ion kalsium dapat menyebabkan batu ginjal dan jaringan otot menjadi rusak. Sedangkan kelebihan kandungan ion magnesium dapat memberi dampak buruk bagi syaraf otot dan otot jantung menjadi lemah (Haris S, 2003).

Pada uji mikrobiologi, air di uji untuk melihat apakah mengandung bakteri *E. coli* pada air tersebut dan dilihat total bakteri *Coliform* di laboratorium. Apabila ditemukan bakteri *Coliform* maka sudah pasti air tersebut telah

terkontaminasi oleh feses manusia maupun hewan, sehingga tidak layak untuk dikonsumsi dan akan menimbulkan penyakit pada tubuh misalnya diare (Pitoyo, 2005).

Tabel 1. Daftar Parameter Wajib Kualitas Air Minum
(Permenkes RI, 2010)

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang di Perbolehkan
1	Parameter yang berhubungan langsung dengan kesehatan		
	a. Parameter Mikrobiologi		
	1) <i>Escherichia coli</i>	Jumlah per 100 ml sampel	0
	2) Total bakteri <i>Coliform</i>	Jumlah per 100 ml sampel	0
	b. Kimia anorganik		
	1) Arsen	mg/l	0,01
	2) Fluorida	mg/l	1,5
	3) Total kromium	mg/l	0,05
	4) Kadmium	mg/l	0,003
	5) Nitrit	mg/l	3
	6) Nitrat	mg/l	50
	7) Sianida	mg/l	0,07
	8) Selenium	mg/l	0,01
2	Parameter yang tidak langsung berhubungan dengan kesehatan		
	a. Parameter Fisik		
	1) Bau		Tidak berbau
	2) Warna	TCU	15
	3) Total zat padat terlarut	mg/l	500
	4) Kekeruhan	NTU	5
	5) Rasa		Tidak berasa
	6) Suhu	°C	Suhu udara ± 3
	b. Parameter Kimiawi		
	1) Alumunium	mg/l	0,2
	2) Besi	mg/l	0,3
	3) Kesadahan	mg/l	500
	4) Klorida	mg/l	250
	5) Mangan	mg/l	0,4
	6) pH		6,5-8,5
	7) Seng	mg/l	3
	8) Sulfat	mg/l	250
	9) Tembaga	mg/l	2
	10) Amonia	mg/l	1,5

2.3 Bakteri *Coliform*

Coliform merupakan kelompok bakteri gram negatif famili *Enterobacteriaceae* dengan ciri-ciri berbentuk batang dan tidak membentuk spora. Bakteri coliform adalah bakteri indikator keberadaan bakteri patogenik lain. Bakteri *Coliform* yang ada didalam makanan atau minuman menunjukkan kemungkinan adanya mikroba yang bersifat enteropatogenik dan atau toksigenik yang berbahaya bagi kesehatan.

Bakteri *Coliform* pada air dibedakan menjadi 2 kelompok yaitu :

1. *Coliform* fekal

Kelompok *Coliform* fekal yaitu *Escherichia coli*. Adanya bakteri ini didalam air menunjukkan bahwa air tersebut terkontaminasi feses manusia.

2. *Coliform* non-fekal

Kelompok *Coliform* nonfekal yaitu *Enterobacter aerogenes*. Bakteri ini ditemukan pada hewan atau tanaman yang telah mati (Irianto, 2014).

Klebsiella merupakan bakteri jenis *Coliform* yang memiliki sifat seperti *E. coli*, tetapi lebih banyak didapatkan di dalam habitat tanah dan air daripada di dalam usus, sehingga disebut *Coliform* non-fekal dan umumnya tidak bersifat patogen (Suriawiria U, 2008).

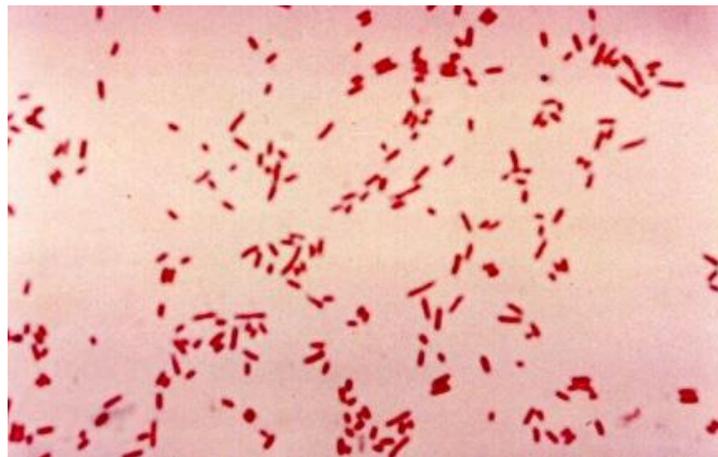
Bakteri *Coliform* lain yang juga sering dianalisis untuk mengetahui kualitas air adalah *Clostridium perfringens* yang merupakan bakteri bersifat gram positif berbentuk batang dan dapat membentuk spora. Ditemukannya *Clostridium perfringens* pada air menunjukkan adanya kontaminasi oleh feses

dan pencemaran tersebut telah terjadi dalam waktu yang agak lama. (Fardiaz S, 2011).

2.4 Bakteri *Escherichia coli*

Taksonomi *Escherichia coli* adalah sebagai berikut (ITIS, 2012) :

Kingdom : *Bacteria*
Divisio : *Proteobacteria*
Kelas : *Gamma Proteobacteria*
Ordo : *Enterobacteriales*
Famili : *Enterobacteriaceae*
Genus : *Escherichia coli*



Gambar 1. Bakteri *Escherichia coli* di Lihat dengan Pewarnaan Gram (Jawetz *et al.*, 2015)

Escherichia coli adalah jenis bakteri *Coliform* fekal dan merupakan flora normal yang berada disaluran cerna, namun dapat ditemukan juga di dalam air karena adanya kontaminasi dari feses manusia maupun hewan dan dapat bersifat patogen sehingga menimbulkan penyakit (Kornacki & Johnson, 2001). *E. coli* termasuk dalam bakteri gram negatif berbentuk batang dan

tidak membentuk spora. *E. coli* dapat menghasilkan gas dari glukosa dan dapat memfermentasi laktosa. *E. coli* memiliki ukuran panjang 2,0-6,0 nm, tersusun tunggal dan dapat tumbuh pada suhu 10-40°C dengan suhu optimum 37°C. *E. coli* sangat sensitif terhadap panas dan dapat di inaktifkan pada suhu pasteurisasi (Supardi & Sukanto, 1999). Bakteri ini ditularkan ke manusia melalui jalur fekal-oral atau dari feses ke mulut lewat makanan dan minuman yang terkontaminasi dan perilaku yang tidak higienis setelah buang air besar (Jawetz *et al.*, 2015).

Terdapat lima jenis *Escherichia coli* yang bersifat patogen, antara lain *Enteropatogenik E. coli* (EPEC), *Enterotoksigenik E. coli* (ETEC), *Enterohemoragik E. coli* (EHEC), *Enteroinvasif E. coli* (EIEC), dan *Enteroagregatif E. coli* (EAEC). *Enteropatogenik E. coli* (EPEC) merupakan penyebab utama diare yang sering terjadi pada bayi dan menginfeksi dengan cara melekat pada mukosa usus. *Enterotoksigenik E. coli* (ETEC) merupakan penyebab umum diare pada orang yang sering berpergian ke daerah yang baru dan juga biasanya banyak terjadi pada bayi, sehingga sangat disarankan bila berpergian ke daerah tertentu untuk tidak makan sembarangan agar terhindar dari diare. *Enterohemoragik E. coli* (EHEC) dapat menyebabkan kolitis hemoragik, diare berat, dan pada penderita sindroma hemolitik uremik dapat menyebabkan gagal ginjal akut, anemia hemolitik mikroangiopati, dan trombositopenia. *Enteroinvasif E. coli* (EIEC) dapat menyebabkan penyakit mirip *shigelosis* dan menginfeksi dengan cara menempel pada sel epitel mukosa usus. Sedangkan pada *Enteroagregatif E. coli* (EAEC) dapat menyebabkan diare akut dan kronik (Sudoyo *et al.*, 2014).

Escherichia coli yang ditemukan dalam air minum menunjukkan bahwa air minum tersebut terkontaminasi feses manusia ataupun hewan dan mengandung patogen usus. Selain itu, *E. coli* juga dapat menjadi indikasi adanya patogen *enteric* yang mungkin terdapat pada feses, dimana patogen tersebut dapat menimbulkan keracunan makanan apabila tertelan bersamaan dengan makanan ataupun minuman yang kita konsumsi (WHO, 2008).

2.5 Depot Air Minum Isi Ulang (DAMIU)

Depot Air Minum Isi Ulang (DAMIU) merupakan suatu usaha industri yang melakukan proses pengolahan air baku menjadi air minum yang siap untuk dikonsumsi oleh masyarakat. Kebutuhan air minum yang bersih dan layak konsumsi dari waktu ke waktu jumlahnya semakin meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk. Air minum isi ulang harganya sepertiga lebih murah daripada air minum dalam kemasan yang bermerk, sehingga dengan alasan tersebut masyarakat lebih memilih membeli air minum isi ulang (Pracoyo, 2006).

Depot Air Minum Isi Ulang (DAMIU) diketahui mulai berkembang cepat sejak tahun 2002 (Radji *et al.*, 2008). Kualitas air minum isi ulang secara mikrobiologi sampai saat ini masih diragukan karena bisa saja dapat tercemar oleh bakteri. Adanya bakteri *Coliform* dalam suatu makanan dan minuman menunjukkan adanya mikroba yang bersifat enteropatogenik atau toksigenik yang berbahaya bagi tubuh apabila dikonsumsi. Apabila ditemukan bakteri *Coliform* di dalam air, maka kemungkinan besar air tersebut telah terkontaminasi oleh tinja, sehingga tidak layak untuk dikonsumsi (Madigan, 2012).

2.6 Diare

2.6.1 Pengertian Diare

Diare merupakan penyakit yang terjadi apabila konsistensi tinja lembek saat buang air besar (BAB) dan biasanya disertai dengan peningkatan frekuensi. Apabila diukur berat feses lebih dari 200 gram perhari (Sudoyo, Setyohadi, Alwi, 2014). Sedangkan, menurut Amin (2015) diare adalah keluarnya tinja yang berbentuk cair dengan frekuensi lebih dari tiga kali sehari akibat makanan ataupun minuman yang telah terkontaminasi mikroorganisme, serta langsung dari orang ke orang akibat kurangnya sanitasi.

2.6.2 Klasifikasi Diare

Diare dapat diklasifikasikan menjadi beberapa jenis yaitu diare akut, diare kronik, diare persisten, diare infeksi, diare non-infeksi, diare organik, dan diare fungsional. Diare akut yaitu diare yang berlangsung kurang dari 14 hari. Diare kronik yaitu diare yang berlangsung lebih dari 4 minggu. Diare persisten yaitu apabila berlangsung antara 14-28 hari, diare persisten sifatnya menetap karena adanya kerusakan pada mukosa usus. Diare infeksi yaitu bila penyebabnya adalah infeksi, sedangkan bila tidak ditemukan infeksi sebagai penyebabnya maka disebut diare non-infeksi. Diare organik yaitu bila ditemukan adanya penyebab anatomik, bakteriologik, hormonal, dan toksikologik. Sedangkan, diare fungsional yaitu bila tidak ditemukannya penyebab organik (Sudoyo, Setyohadi & Alwi, 2014).

2.6.3 Etiologi Diare

Diare akut biasanya dapat berupa infeksi dan non-infeksi. Diare akut dapat disebabkan oleh *Escherichia coli*, *Vibrio cholerae*, *Aeromonas sp*, *Shigella flexneri*, *Salmonella sp*, *Entamoeba histolytica*, *Ascaris lumbricoides*, *Rotavirus*, *Candida sp*, *Vibrio NAG*, *Trichuris trichiura*, *Plesiomonas shigelloides*, *Ancylostoma duodenalis*, dan *Blastocystis hominis* (Sudoyo, Setyohadi & Alwi, 2014).

Ada beberapa penyebab lain terjadinya diare antara lain karena faktor makanan, faktor malabsorpsi, dan faktor infeksi. Faktor makanan, terjadi apabila toksin yang ada di suatu makanan tidak dapat diserap dengan baik sehingga terjadi peningkatan peristaltik usus dan menurunnya fungsi penyerapan makanan. Faktor infeksi, diawali dengan masuknya kuman ke dalam saluran pencernaan dan berkembang biak dalam usus serta merusak sel mukosa intestinal, sehingga mengakibatkan gangguan fungsi intestinal dalam mengabsorpsi cairan dan elektrolit (Hidayat, 2009).

2.6.4 Faktor Risiko Diare

Faktor risiko yang sangat berpengaruh untuk terjadinya kasus diare pada balita, yaitu :

1. Lingkungan

Air yang terkontaminasi feses manusia atau feses hewan yang mengandung mikroorganisme dapat menyebabkan diare. Di lingkungan sebaiknya diperhatikan juga sumber penggunaan air

bersih, fasilitas jamban dirumah, pembuangan sampah serta pembuangan limbah juga diperlukan.

2. Infeksi

Diare merupakan suatu penyakit infeksi yang disebabkan oleh virus, bakteri, dan organisme lain yang bersifat parasit. Organisme parasit tersebut biasanya dapat menyebar pada air yang telah terkontaminasi feces. Organisme yang paling sering menyebabkan penyakit diare adalah *Rotavirus* dan *Escherichia coli*.

3. Malnutrisi

Balita yang mengalami malnutrisi lebih rentan untuk mengalami diare. Apabila telah terjangkit diare dapat memperburuk kondisi malnutrisinya.

4. Penyebab lainnya

Penyebab lainnya seperti kurangnya pengetahuan orang tua mengenai Perilaku Hidup Bersih dan Sehat (PHBS) dalam keluarga dan makanan ataupun minuman yang tidak bersih (Hasan, 2007).

2.6.5 Patogenesis Diare

Proses terjadinya diare karena suatu infeksi bakteri atau parasit terdiri atas dua macam jalur, yaitu diare yang disebabkan oleh bakteri non-invasif (*enterotoksigenik*) dan diare yang disebabkan oleh bakteri invasif (*enterovasisif*). Pada jalur *enterotoksigenik*, bakteri yang tidak merusak mukosa misalnya *V. cholerae eltor*, *Enterotoxigenic Escherichia coli (ETEC)* dan *C. perfringens*. Enterotoksin ini menyebabkan adanya aktivitas *nikotinamid adenin* di nukleotid pada

dinding sel usus, sehingga kadar *adenosin 3'5'-siklik monofosfat* (siklik AMP) dalam sel meningkat yang menyebabkan sekresi aktif anion klorida kedalam lumen usus yang diikuti oleh air, ion bikarbonat, kation natrium dan kalium. Sedangkan pada jalur *enteroinvasif*, bakteri yang dapat merusak atau menginvasi antara lain *Enteroinvasive, E coli (ETEC), Salmonella, Shigella, Yersinia, C perfringens* tipe C, dimana terjadi kerusakan dinding usus berupa adanya nekrosis dan ulserasi yang diarenya bersifat sekretorik eksudatif. Cairan diare biasanya dapat tercampur oleh lendir atau darah (Sudoyo, Setyohadi & Alwi, 2014).

2.7 Uji Identifikasi *Coliform* dan *Escherichia coli*

2.7.1 Uji *Most Probable Number* (MPN)

Uji *Most Probable Number* merupakan suatu metode untuk mengetahui jumlah total bakteri *Coliform* di dalam air. Uji MPN dapat ditemukan adanya bakteri *Coliform*, bakteri gram negatif, dan bakteri basil non-spora yang mekanismenya memfermentasi laktosa dengan cara di inkubasi dengan suhu 37°C selama 24 jam (Capuccino & Sherman, 2012). Pada uji MPN dilakukan tiga pemeriksaan yaitu uji penduga (*Presumptive Test*), uji penegas (*Confirmed Test*) dan uji pelengkap (*Completed Test*).

Kelebihan metode MPN :

1. Efektif untuk menghitung jumlah *Coliform* fekal
2. Sederhana
3. Hasil uji bisa dibandingkan dengan SPC

4. Organisme spesifik dapat ditentukan dengan media selektif dan diferensial

Kekurangan metode MPN :

1. Butuh banyak media dan perlengkapan
2. Perlu waktu beberapa hari untuk mendapat hasil kultur yang baik
3. Jumlah bakteri yang dihitung hanya dalam jumlah kasar
4. Tidak dapat dilakukan di lapangan tempat pengambilan sampel, sehingga butuh angkutan tertentu untuk meminimalisir perubahan pada sampel yang diambil

Pada metode MPN terdapat tiga macam ragam yaitu:

1. Ragam I: 5x10 ml, 1x1 ml, dan 1x0,1 ml yaitu untuk spesimen yang sudah diolah atau angka kumannya diperkirakan rendah.
2. Ragam II: 5x10 ml, 5x1 ml, dan 5x0,1 ml yaitu untuk spesimen yang belum diolah atau yang angka kumannya diperkirakan tinggi.
3. Ragam III: 3x10 ml, 3x1 ml, dan 3x 0,1 ml yaitu ragam alternatif untuk ragam II, apabila jumlah tabung dan media terbatas (Soemarno, 2002).

Tabel 2. Indeks MPN

Jumlah tabung yang positif gas			Indeks MPN per 100 ml
10 ml	1 ml	0,1 ml	
0	0	0	0
0	0	1	2
0	1	0	2
0	1	1	4
1	0	0	2
1	0	1	4
1	1	0	4
1	1	1	7
2	0	0	5
2	0	1	8
2	1	0	8
2	1	1	10
3	0	0	9
3	0	1	12
3	1	0	12
3	1	1	16
4	0	0	17
4	0	1	21
4	1	0	22
4	1	1	27
5	0	0	67
5	0	1	84
5	1	0	265
5	1	1	≥979

Sumber: (Soemarno, 2000)

2.7.2 Uji Biokimia dan Uji Gula-gula

Uji biokimia merupakan uji yang biasanya dilakukan pada bakteri *E. coli*. Uji biokimia yang akan dilakukan adalah menggunakan media *Simmon Citrate* (SC), *Urease*, *Sulfit Indol Motality* (SIM), *Triple Sugar Iron Agar* (TSIA)

Uji *Simmon Citrate* (SC) dilakukan untuk mengetahui kemampuan mikroorganisme dengan menggunakan sitrat sebagai sumber energi dan karbon. Prinsip pada uji ini adalah sodium sitrat sebagai satu-satunya sumber *carbon* dan garam *amonium organic* sebagai satu-satunya

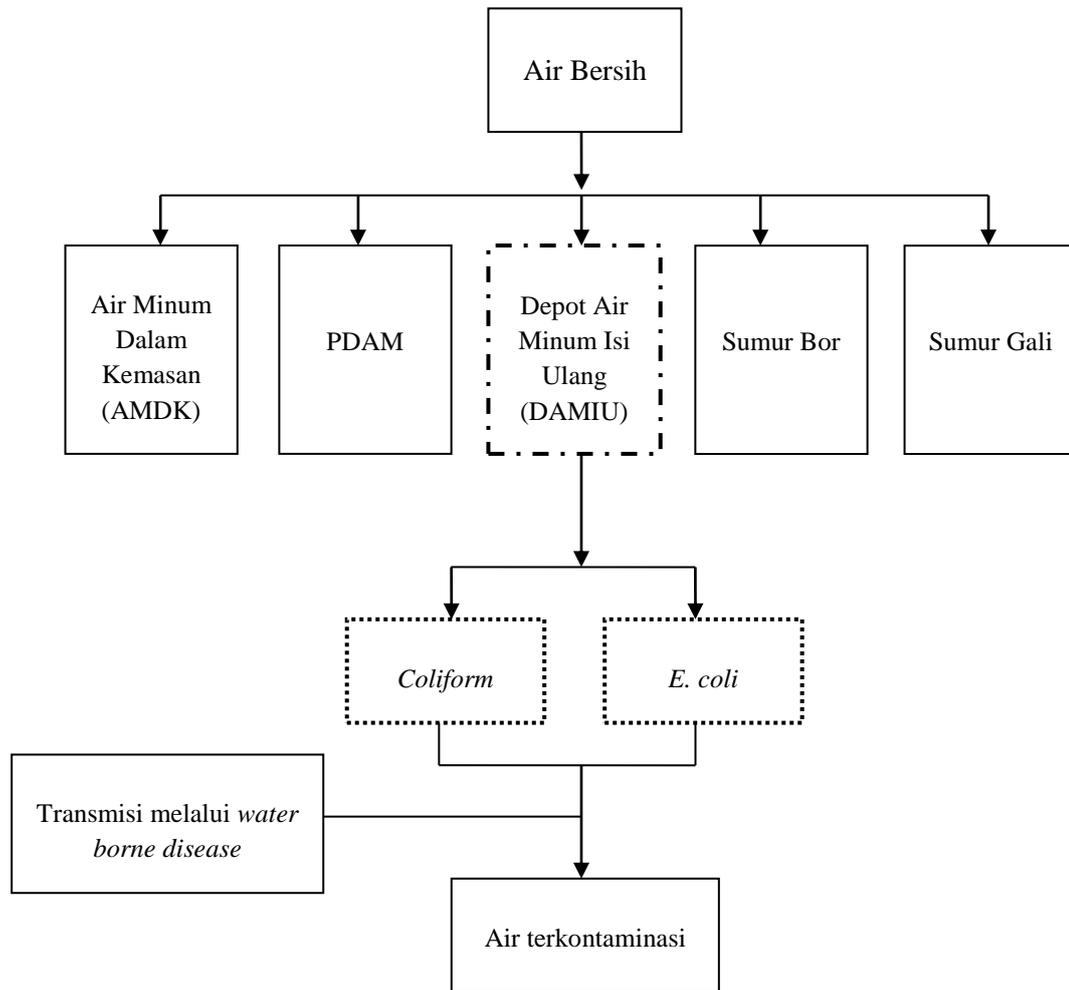
sumber nitrogen. Pada uji SC apabila media tetap berwarna hijau maka hasil negatif (UPTD, 2013).

Uji Urease dilakukan untuk mengetahui mikroorganisme yang mengandung enzim urease. Prinsip dari ini tersebut adalah hidrolisa urease oleh substrat akan menghasilkan amonia, air dan karbondioksida. Apabila media berubah warna dari kuning menjadi merah muda maka hasil positif, sedangkan apabila media tetap berwarna kuning maka hasil negatif (UPTD, 2013).

Uji *Sulfit Indol Motility* (SIM) adalah suatu uji yang dilakukan untuk mengetahui seberapa besar kemampuan organisme dapat memisahkan asam amino triptofan dan menghasilkan indol. Hasil positif jika terbentuk cincin berwarna merah dan hasil negatif jika tidak terbentuk cincin merah (Hemraj, 2013).

Uji *Triple Sugar Iron Agar* (TSIA) digunakan untuk bakteri Gram negatif yang memfermentasi glukosa, laktosa atau sukrosa dan membentuk H₂S (hydrogen sulfida). Uji ini dapat mengidentifikasi mikroorganisme jenis *Enterobacteriaceae*. Untuk bakteri *E.coli* hasilnya adalah lereng permukaan kuning, dasar kuning, dan gas positif (UPTD, 2013).

2.8 Kerangka Teori

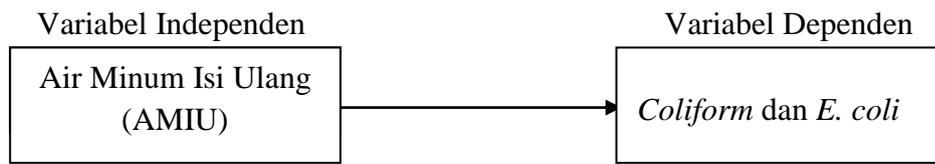


Gambar 2. Kerangka Teori Penelitian

Keterangan :

- - - - - : Air yang diteliti
- : Bakteri dikategorikan sebagai sumber pencemar
- > : Menyebabkan

2.9 Kerangka Konsep



Gambar 3. Kerangka Konsep Penelitian

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Desain Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif laboratorik menggunakan pendekatan *cross sectional* dan pengukuran variabelnya dilakukan satu kali dan pada satu waktu untuk mendapatkan gambaran kualitas air di Depot Air Minum Isi Ulang (DAMIU) yang ada di Kota Bandar Lampung kemudian membandingkan sampel pada masing-masing depot yang berbeda.

3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di UPTD Balai Laboratorium Kesehatan Daerah Provinsi Lampung pada bulan Januari-Februari 2019.

3.3 Subjek Penelitian

3.3.1 Populasi

Populasi penelitian ini meliputi 32 Depot Air Minum Isi Ulang (DAMIU) di Kota Bandar Lampung.

3.3.2 Sampel

Sampel penelitian yang digunakan adalah Air Minum Isi Ulang (AMIU) yang berada di wilayah tersebut. Pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan metode *simple random sampling*.

Perkiraan besar sampel menggunakan rumus *Lemeshow*:

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

Dimana :

$Z \alpha^2$ = tingkat kemaknaan (95% = 1,96)

p = proporsi penduduk yang tidak memiliki akses air minum
(90,68%) (Profil Kesehatan Provinsi Lampung, 2013)

q = proporsi penduduk yang memiliki akses air minum (9,32%)
(Profil Kesehatan Provinsi Lampung, 2013)

d = tingkat ketetapan absolut

n = jumlah sampel

Sehingga diperoleh jumlah sampel sebagai berikut :

$$n = \frac{(1,96)^2 \times 0,0932 \times 0,9068}{0,1^2}$$

$$n = \frac{3,8416 \times 0,0932 \times 0,9068}{0,01}$$

$$n = \frac{0,3246}{0,01}$$

$$n = 32,46 \approx 32 \text{ sampel}$$

Jadi, sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah 32 sampel air minum isi ulang (AMIU) yang ada di Kota Bandar Lampung.

3.3.3 Kriteria Inklusi

Kriteria inklusi penelitian yang digunakan adalah sebagai berikut :

- Air minum isi ulang (AMIU) yang ada di Kota Bandar Lampung
- Pemilik DAMIU bersedia untuk diteliti.

3.4 Variabel Penelitian

3.4.1 Variabel Bebas

Variabel bebas pada penelitian ini adalah Depot Air Minum Isi Ulang (DAMIU) di Kota Bandar Lampung, sedangkan variabel terikat pada penelitian ini adalah bakteri *Coliform* dan *Escherichia coli*.

3.4.2 Variabel Terikat

Variabel terikat pada penelitian ini adalah bakteri *Coliform* dan *Escherichia coli*.

3.5 Alat, Bahan dan Media Penelitian

3.5.1 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah Air Minum Isi Ulang (AMIU) yang terdapat di depot-depot yang telah ditentukan sebagai sampel.

3.5.2 Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan pada penelitian seperti rak, tabung reaksi, tabung durham, ose, bunsen, cawan petri, inkubator, *autoclave*.

3.5.3 Media Penelitian

Alat :

- *Autoclave*
- Tabung reaksi
- Tabung durham
- Gelas objek

- Pipet
- Ose steril
- Inkubator / penangas air
- Bunsen

Bahan :

- *Lactose Broth (LB)*
- *Brilliant Green Lactose Bile (BGLB) Broth 2%*
- *Mac Conkey*
- *Nutrient Agar*
- Pereaksi *Kovacs*
- Pereaksi Indol
- Media Urea
- Perbenihan Semi Solid (SIM)
- Media TSIA
- Media *Simmon Citrat*

3.6 Prosedur Penelitian

3.6.1 Persiapan

Pada tahap persiapan bahan penelitian dan alat-alat yang akan digunakan dilakukan sterilisasi semua alat menggunakan *autoclave*. Benda-benda tersebut di sterilisasi menggunakan *autoclave* pada suhu 121°C selama 15 menit.

1. Membuka setengah tutup botol steril berupa kertas alumunium foil untuk menghindari kontaminasi.
2. Mengisi botol steril dengan air galon sebanyak 100 ml.

3. Tutup kembali botol dengan aluminium foil.
4. Selama pengambilan sampel dilakukan secara aseptis dan hati-hati (Nugroho, 2016).

Sampel yang telah diambil harus segera dikirim ke laboratorium untuk dilakukan pemeriksaan. Jika waktu pengiriman lamanya lebih dari 3 jam, maka sampel disimpan didalam *ice box* agar suhu disekitarnya tetap stabil (Hadi, 2005).

3.6.2 Uji *Most Probable Number* (MPN)

1. Uji Penduga (*Presumptive Test*)
 - a. Siapkan 15 tabung, masukkan air ke dalam media LB berisi masing-masing 10 ml, 1 ml dan 0,1 ml air pada 5 tabung. Seluruh tabung dimasukkan tabung durham dengan posisi terbalik. Tambahkan 10 ml sampel air pada tabung 1-5, tambahkan 1 ml sampel air pada tabung 6-10 dan tambahkan 0,1 ml sampel air pada tabung 11-15.
 - b. Kocok secara hati-hati dan perlahan hingga sampel homogen dan tutup mulut tabung reaksi dengan kapas steril.
 - c. Seluruh tabung di inkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam.
 - d. Kemudian diamati perubahan yang terjadi. Pada 24 jam pertama, perhatikan apakah terjadi perubahan warna dan terbentuk gas. Hasil positif apabila warna medium berubah dari hijau menjadi kuning dan terdapat gas yang ditandai dengan terapungnya tabung durham.

- e. Uji ini akan mendeteksi sifat fermentative *Coliform* dalam sampel dan harus dilanjutkan dengan tes konfirmatif (*Confirmed Test*) (Willey *et al.*, 2014).
2. Uji Penegas/ Konfirmasi (*Confirmed Test*)
 - a. Siapkan tabung yang terdapat hasil positif gas pada uji penduga, kemudian ditanam menggunakan ose steril ke dalam tabung yang sudah berisi 10 ml *Brilliant Green Lactose Bile* (BGLB) *Broth* 2%.
 - b. Letakkan seluruh tabung ke dalam inkubator pada suhu 37°C selama 24 jam untuk mengetahui bakteri *Coliform* dan pada suhu 44°C selama 24 jam untuk mengetahui bakteri *Escherichia coli*.
 - c. Amati terbentuknya gelembung udara di dalam tabung durham. Catat kode tabung yang positif membentuk gas (Willey, 2008).
 3. Uji Pelengkap (*Completed Test*)
 - a. Biakan yang positif terbentuk gas pada *confirmed test* kemudian di tanam dengan cara menggoreskan koloni secara zig-zag kedalam media *Eosin Metylen Blue Agar* (EMBA) pada suhu 37°C selama 24 jam.
 - b. Koloni bakteri yang berwarna mengkilap seperti logam tersebut kemudian di inokulasi pada *Nutrient Agar* miring pada suhu 35°C selama 24 jam.
 - c. Setelah semua pengujian selesai, tentukanlah nilai MPN dan kemudian diteruskan dengan uji biokimia dan gula-gula.

3.6.3 Uji Biokimia dan Uji Gula-gula

1. Uji SIM (*Sulfur Indol Motility*)

- Ambil 1 ose koloni biakan dari media EMBA, kemudian ditanam pada media SIM. Dinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam.
- Permukaan pertumbuhan bakteri pada SIM ditetesi reagen kovac sebanyak 0,25 ml.
- Kocok secara perlahan dan diamkan beberapa menit, kemudian perhatikan adanya warna yang timbul.

Hasil positif jika terbentuk cincin warna merah dan hasil negatif jika tidak terbentuk cincin merah. Hasil uji motilitas positif jika ada pertumbuhan bakteri hanya pada bekas tusukan. Untuk bakteri *E.coli* hasilnya adalah sulfur negatif, indol positif, motilitas positif.

2. Uji TSIA (*Triple Sugar Iron Agar*)

Uji TSIA bertujuan untuk mengidentifikasi bakteri yang berasal dari *Enterobacteriaceae*.

- Ambil koloni bakteri menggunakan ose steril.
- Tutup dari media agar dibuka dan tabung didekatkan dengan api.
- Ose yang sudah berisi bakteri digoreskan zig-zag pada permukaan media, ditengah media tidak terlalu keatas ataupun kebawah dan juga tidak terlalu kekanan atau kekiri.
- Setelah itu ditusukan ditengah-tengahnya 1 sampai 2 kali.
- Inkubasi media pada suhu 37°C selama 18-24 jam.

Untuk bakteri *E.coli* hasilnya adalah lereng permukaan kuning, dasar kuning, dan gas positif.

3. Uji Sitrat

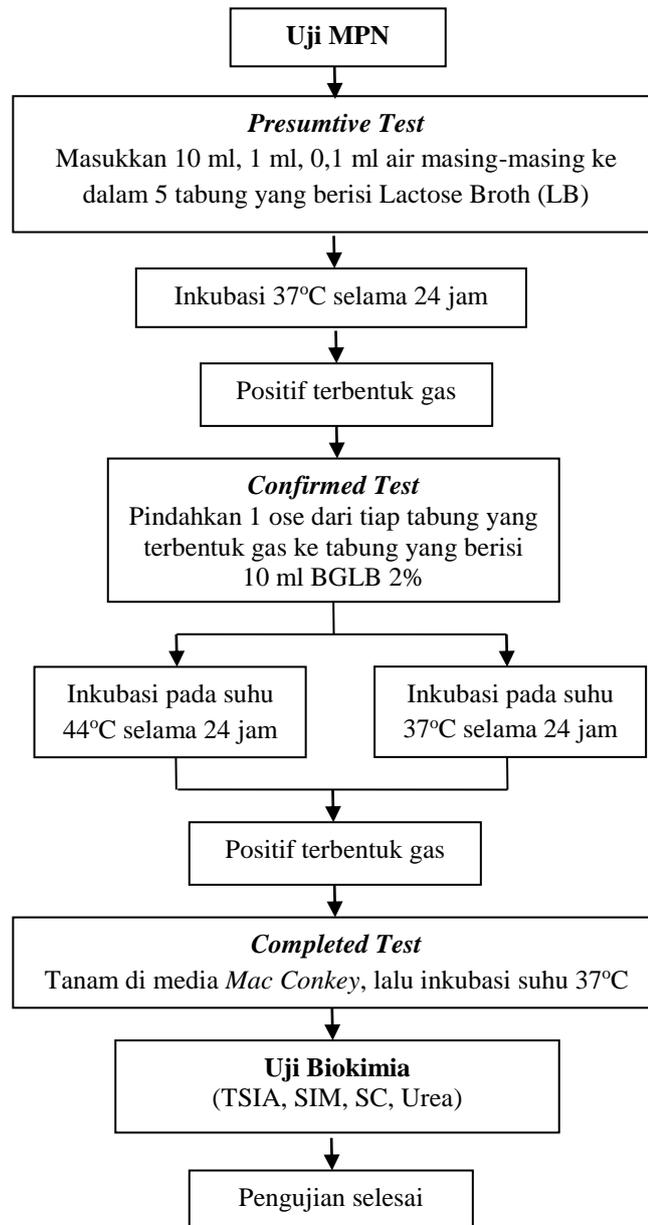
Ambil 1 ose koloni biakan kemudian diinokulasi kedalam medium biakan *Simmons Citrat Agar* (SCA) dan diinkubasi selama 24 jam pada 37°C. Adanya perubahan menjadi warna biru menunjukkan hasil positif, sedangkan warna hijau menunjukkan hasil negatif (Rao S, 2006).

4. Uji Gula-gula

- Panaskan ose sampai berwarna kemerahan, kemudian didinginkan.
- Setelah dingin, biakan bakteri pada agar miring yang telah diketahui gram negatif diambil dengan ose steril.
- Tanam bakteri yang ada pada ose pada masing-masing media gula yaitu glukosa, laktosa, manitol, maltosa, dan sukrosa.
- Beri label nama dan tanggal penanaman pada tiap tabung.
- Inkubasi media pada suhu 37°C selama 24 jam.

Pada *E.coli* menunjukkan hasil positif dengan terjadinya perubahan warna media dari ungu menjadi kuning keruh dan adanya gas pada tabung durham.

3.7 Alur Penelitian



Gambar 4. Alur Penelitian

3.8 Definisi Operasional

Tabel 3. Definisi Operasional

Variabel	Definisi	Cara Ukur	Alat Ukur	Hasil Ukur	Skala
<i>Coliform</i>	Bakteri gram negatif famili <i>Enterobacteriac eae</i> dengan ciri-ciri berbentuk batang dan tidak membentuk spora	1. Uji MPN 2. Uji Biokimia (TSIA, SIM, SC, Urea)	(-)	1. Positif (+) jika ditemukan bakteri <i>Coliform</i> 2. Negatif (-) jika tidak ditemukan bakteri <i>Coliform</i>	Kategorik
<i>E. coli</i>	Kuman berbentuk batang pendek (kokobasil) berukuran $0,5 \times 1,3 \mu\text{m}$	1. Uji MPN 2. Uji Biokimia (TSIA, SIM, SC, Urea)	(-)	1. Positif (+) jika ditemukan bakteri <i>E. coli</i> 2. Negatif (-) jika tidak ditemukan bakteri <i>E. coli</i>	Kategorik

3.9 Pengolahan dan Analisis Data

Data diperoleh dari hasil pemeriksaan Air Minum ISI Ulang (AMIU) di Kota Bandar Lampung. Berdasarkan hasil pemeriksaan secara mikrobiologi didapatkan data ada atau tidaknya bakteri *Coliform* dan *Escherichia coli* pada sampel. Data dari hasil penelitian akan disajikan dalam bentuk tabel, gambar, dan narasikan kemudian dianalisis secara deskriptif untuk diambil kesimpulan dan saran.

3.10 Etika Penelitian

Penelitian ini telah mendapat persetujuan etik dari Komite Etik Penelitian Kedokteran dan Kesehatan Fakultas Kedokteran Universitas Lampung dengan nomor surat 118/UN26.18/PP.05.02.00/2019.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Dari hasil penelitian pada depot air minum isi ulang di Kota Bandar Lampung, di dapatkan kesimpulan sebagai berikut:

- a. Pada 32 sampel terdapat 9 sampel (28%) dengan kadar bakteri *Coliform* >0/100 ml air. Diantaranya ditemukan 6 sampel air positif mengandung bakteri *Klebsiella pneumonia*, 1 sampel air positif mengandung bakteri *Pseudomonas aeruginosa*, 1 sampel air positif mengandung bakteri *Escherichia coli non-patogen (Coliform)*, dan 1 sampel air positif mengandung bakteri *Citrobacter*.
- b. Terdapat 9 depot (28%) positif mengandung bakteri *Coliform* dan tidak teridentifikasi adanya bakteri *Escherichia coli* pada 32 depot (0%).

5.2 Saran

- a. Bagi instansi pemerintah yang terkait perlu lebih melakukan pengawasan dan pembinaan pada depot air minum isi ulang agar dapat menjaga kualitas produknya.
- b. Bagi pemilik depot air minum isi ulang untuk melakukan tes kualitas air minum berupa tes mikrobiologi dan kimiawi setiap tiga bulan sekali, serta lebih menjaga kebersihan serta kualitas pengolahan air minum isi ulang.

- c. Bagi masyarakat untuk lebih selektif dalam membeli air minum isi ulang yang dikonsumsi agar terhindar dari berbagai penyakit dan air minum yang dikonsumsi sebaiknya direbus sampai mendidih agar bakteri yang terkandung dalam air mati.

DAFTAR PUSTAKA

- Amin LZ. 2015. Tatalaksana Diare Akut. *Jurnal Continuing Medical Education* : CDK-230, Vol. 42 (7): 504 – 508.
- Asdak C. 2014. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Bambang AG., Fatimawali N., Kojong. 2014. Analisis Cemaran Bakteri *Coliform* dan Identifikasi *Escherichia coli* Pada Air Isi Ulang Dari Depot di Kota Manado. Manado: Universitas Sam Ratulangi. *Jurnal Ilmiah Farmasi* 3(3).
- Campbell NA. 2010. *Biologi jilid 2*. Edisi 8. Jakarta: Erlangga.
- Capuccino JG., Sherman N. 2012. *Microbiology A Laboratory Manual Edition 9th*. California: The Benjamin Cummings Publishing Company.
- CDC. *Escherichia coli O157:H7 and Other Shiga Toxin-producing Escherichia coli (STEC)* [diunduh 20 Agustus 2018] Tersedia di http://www.cdc.gov/nczved/divisions/dfbmd/ecoli_o157h7.
- Chaturvedi MK, Bassin JK. 2011. Assessing The Water Quality Index of Water Treatment Plant and Bore Wells In Delhi. India: *Environ Monit Assess* 163: 449-453.
- Chemulity JK., Gatura PB., Kyule MM., Njeruh MM. 2002. Bacteriological Qualities of Indoor and Out-door Drinking Water in Kibera Sub-location in Nairobi, Kenya. *East African Medical Journal*.
- Depkes RI. 2009. *Profil Kesehatan Indonesia 2008*. Jakarta: Depkes RI.
- Depkes RI. 2010. *Kriteria Air Keperluan Rumah Tangga. Hasil Riskesdas*. Jakarta: Kemenkes RI.
- Dewi YLR. 2012. Perubahan Iklim dan Potensi Gangguan Kesehatan di Indonesia. *Seminar Nasional VII Pendidikan Biologi*, 9 (1). hlm. 440–446. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Dinkes Kota Bandar Lampung. 2013. *Prevalensi Diare di Kota Bandar Lampung*. Bandar Lampung: *Profil Kesehatan Kota Bandar Lampung*.

- Dinkes Kota Bandar Lampung. 2014. Prevalensi Diare di Kota Bandar Lampung. Bandar Lampung: Profil Kesehatan Kota Bandar Lampung.
- Dinkes Kota Bandar Lampung. 2015. Prevalensi Diare di Kota Bandar Lampung. Bandar Lampung: Profil Kesehatan Kota Bandar Lampung..
- Fauziah. 2013. Hubungan Faktor Individu dan Karakteristik Sanitasi Air dengan Kejadian Diare Pada Balita Umur 10-59 Bulan di Kelurahan Sumur Batu Kecamatan Bantargebang Kota Bekasi Tahun 2013 [skripsi]. Jakarta: UIN Syarif Hidayatullah.
- Fardiaz S. 2011. Analisis Mikrobiologi Pangan. Jakarta: Raja Grafindo.
- Hadi A. 2005. Prinsip Pengelolaan Pengambilan Sampel Lingkungan. Jakarta: Gramedia.
- Haris S. 2003. Perbedaan Penambahan Beberapa Dosis Larutan Kapur (CaOH)₂ dalam Menurunkan Kesadahan Air Sumur Gali di Desa Wulung Kecamatan Randu Blatung Kabupaten Blora Tahun 2003 [skripsi]. Semarang: Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Diponegoro.
- Hasan R. 2007. Gastroenterologi Dalam Ilmu Kesehatan Anak. (1):283-299. Jakarta: Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia.
- Hemraj V. 2013. A Review On Commonly Used Biochemical Test for Bacteria. India : Innovare Journal of Life Science.
- Hidayat M. 2009. Gambaran Beberapa Faktor yang Mempengaruhi Insidensi Diare Pada Balita Di RSUD Saraswati Cikampek Periode Bulan Juli 2008. Jurnal Kesehatan Masyarakat. 9(1):54-58.
- Irianto K. 2014. Panduan Medis Dan Klinis Bakteriologi, Mikologi dan Virology. Bandung : Alfabeta.
- ITIS. 2012. *Escherichia coli*. United States: Integrated Taxonomic Information System.
- Jawetz E., Melnick JL., Adelberg EA., Brooks GF., Butel JS., Ornston LN. 2012. Mikrobiologi kedokteran. Edisi 25. Jakarta: EGC.
- Kemenkes RI. 2002. Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor: 907 /MENKES/SK/VII/2002 Tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air, (416), 1-10.
- Kemenkes RI. 2013. Riset Kesehatan Dasar. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan.
- Kornacki JL., Johnson. 2001. *Enterobacteriaceae coliforms* and *Escherichia coli* as Quality and Safety Indicators. Washington DC: American Public Health Association.

- Madigan. 2012. *Biology of Microorganism*. USA: Pearson Education.
- Marhamah S. 2013. Uji Bakteriologis Pada Air Minum Isi Ulang yang Beredar di Kelurahan Mangasa [skripsi]. Makassar: Universitas Islam Negeri Alauddin.
- Nugroho R. 2016. Pengolahan Air Kolam Renang Menggunakan Metode Elektrokoagulasi dengan Elektroda Alumunium-Grafit [skripsi]. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Permenkes RI Nomor 416/Menkes/Per/IX/1990 Tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air Bersih.
- Permenkes RI Nomor 492/Menkes/Per/IV/2010. Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum [cited at 2013 Sep 26]. Available from: [http://pppl.depkes.go.id/_asset/_regulasi/53_Permenkes %20492.pdf](http://pppl.depkes.go.id/_asset/_regulasi/53_Permenkes%20492.pdf).
- Permenkes RI Nomor 43/Menkes/Per/2014. Tentang Higiene Sanitasi Depot Air Minum.
- Pitoyo A. 2005. Dua Jam Anda Tahu Cara Memastikan Air yang Anda Minum Bukan Sumber Penyakit. Solo.
- Pracoyo NE. 2006. Penelitian Bakteriologi Air Minum Isi Ulang di Daerah Jabodetabek. *Cermin Dunia Kedokteran*. 15 (2):37-40.
- Radji M., Heria O., Herman S. 2008. Pemeriksaan Bakteriologis Air Minum Isi Ulang di Beberapa Depot Air Minum Isi Ulang di Daerah Lenteng Agung dan Srengseng Sawah Jakarta Selatan. 5 (2):101-109.
- Rao S. 2006. IMViC Reactions [diunduh 25 September 2017]. Tersedia dari: <https://www.microrao.com/micronotes/imvic.pdf>.
- Soemarno. 2002. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Klinik Akademi Analis Kesehatan Yogyakarta. Yogyakarta: Departemen Kesehatan RI.
- Sudoyo AW., Setyohadi B., Alwi I., Simadibrata M., Setiati S. 2014. Buku Ajar Ilmu Penyakit Dalam. Jilid 3 Edisi Ke- 6. Jakarta: Interna Publishing.
- Sulistio D. 2012. Uji Keberadaan Bakteri *Escherichia Coli* dan *Salmonella Typhi* Pada Air Minum Isi Ulang di Kelurahan Antang Kota Makassar [skripsi]. Makassar: Universitas Islam Negeri Alauddin.
- Supardi I., Sukanto. 1999. Mikrobiologi Dalam Pengolahan dan Keamanan Pangan. Bandung.
- Suriawiria U. 2008. Pengantar Mikrobiologi Umum. Bandung: Angkasa.

- Suryandoko H. 2003. Perbedaan Penambahan Beberapa Dosis Larutan Kapur (Caoh)₂ Dalam Menurunkan Kepadatan Air Sumur Gali di Desa Wulung Kecamatan Randu Blatung Kabupaten Blora Tahun 2003 [skripsi]. Semarang: Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Diponegoro.
- Triyono A. 2014. Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Perilaku Buang Air Besar Masyarakat Nelayan di Kampung Garapan Desa Tanjung Pasir Kabupaten Tangerang Propinsi Banten. Forum Ilmiah. 11(3). Jakarta: Universitas Esa Unggul.
- UPTD Laboratorium Kesehatan. 2013. Instruksi Kerja Pemeriksaan dan Identifikasi Bakteri Aerob. hlm. 1-11, No.19-80/IK.
- WHO. 2008. Microbial Fact Sheets : Guidelines For Drinking-Water Quality 3th. Switzerland: WHO.
- World Health Organization. 2013. Diarrhoeal Disease [diunduh 20 Agustus 2018] Tersedia di <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs330/en>.
- Willey JM., Sherwood LM., Christopher J. 2014. Prescott, Harley, and Klein's Microbiology. New York: Mc Graw Hill.