ANALISIS KADAR DAN JENIS *COLIFORM* PADA PENAMPUNGAN AIR HUJAN (PAH) DI DESA REJOTENGAH KECAMATAN DEKET KABUPATEN LAMONGAN

SKRIPSI

Disusun Oleh:
ERIKA KUSUMA WARDANI
H01216007

PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL
SURABAYA
2020

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi oleh

NAMA : ERIKA KUSUMA WARDANI

NIM : H01216007

JUDUL : ANALISIS KADAR DAN JENIS *COLIFORM* PADA PENAMPUNGAN AIR HUJAN (PAH) DI DESA REJOTENGAH KECAMATAN DEKET KABUPATEN LAMONGAN

Telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan.

Surabaya, 24 Juli 2020

Dosen Pembimbing 1	Dosen Pembimbing 2
Musbakhul Munir, S.Si., M. Kes	Hanik Faizah, S. Si., M. Si
NIP. 198107252014031002	NUP. 201409019

PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI

Skripsi Erika Kusuma Wardani ini telah dipertahankan
di depan tim penguji skripsi
di Surabaya, 3 Agustus 2020

Mengesahkan,
Dewan Penguji

Penguji I

Mubakhul Munir, S.Si., M. Kes
NIP. 198107252014031002

Penguji II

Hanik Faizah, S. Si., M. Si
NUP. 201409019

Penguji III

Ita Ainun Jariyah, M. Pd
NIP. 198612052019032012

Penguji IV

Widya Nilandita, M. KL
NIP. 198410072014032002

Mengetahui,
Plt. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Ampel Surabaya

Dr. Hj. Evi Fatimatur Rusydiyah, M. Ag
NIP. 197312272005012003

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama	: Erika Kusuma Wardani
NIM	: H01216007
Program Studi	: Biologi
Angkatan	: 2016

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul "Analisis Kadar dan Jenis *Coliform* pada Penampungan Air Hujan (PAH) di Desa Rejotengah Kecamatan Deket Kabupaten Lamongan". Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan tindakan plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 03 Agustus 2020
Yang menyatakan.

Erika Kusuma Wardani
NIM. H01216007

KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
PERPUSTAKAAN
Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax.031-8413300
E-Mail: perpus@uinsby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama	: ERIKA KUSUMA WARDANI
NIM	: H01216007
Fakultas/Jurusan	: SAINS DAN TEKNOLOGI/ BIOLOGI
E-mail address	: erikakusumawardani98@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :
■ Skripsi ☐ Tesis ☐ Disertasi ☐ Lain-lain (.....)
yang berjudul :

ANALISIS KADAR DAN JENIS *COLIFORM* PADA PENAMPUNGAN AIR HUJAN (PAH) DI DESA REJOTENGAH KECAMATAN DEKET KABUPATEN LAMONGAN

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Ekslusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara ***fulltext*** untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 03 Agustus 2020

Penulis

(Erika Kusuma Wardani)

10. Masyarakat Desa Rejotengah yang telah memberikan sampel air hujan
11. Semua pihak yang telah terlibat dalam kelancaran proses penelitian ini.

Penulis menyadari bahwa tulisan ini masih belum sempurna, sehingga penulis mengharapkan kritik dan saran dari berbagai pihak. Akhir kata, penulis berharap kepada Allah SWT supaya membalas segala kebaikan semua pihak. Semoga skripsi ini dapat membawa manfaat dan mampu menambah ilmu pengetahuan bagi penulis sendiri maupun pihak lain yang memanfaatkannya.

Surabaya, 03 Agustus 2020

Penulis

ABSTRAK

ANALISIS KADAR DAN JENIS *COLIFORM* PADA PENAMPUNGAN AIR HUJAN (PAH) DI DESA REJOTENGAH KECAMATAN DEKET KABUPATEN LAMONGAN

Air hujan merupakan salah satu sumber air bersih yang dapat digunakan untuk keperluan sehari-hari. Salah satu pemanfaatan air hujan yaitu dengan menampungnya dari atap rumah dan menyimpannya pada Penampungan Air Hujan (PAH). Pemanfaatan air hujan untuk kebutuhan sehari-hari manusia harus memenuhi standar kesehatan. Air hujan yang ditampung dari atap rumah kemungkinan mengandung bakteri, sehingga harus dilakukan pengujian secara bakteriologis. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai MPN dari sampel air hujan di Penampungan Air Hujan (PAH) di Desa Rejotengah Kecamatan Deket Kabupaten Lamongan, sehingga dapat mengetahui kualitasnya secara bakteriologis serta mengidentifikasi jenis bakteri *Coliform* yang terdapat di dalamnya. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif yang menggunakan metode MPN (*Most Probable Number*) seri 3-3-3 untuk menghitung jumlah bakteri *Coliform* dan identifikasi bakteri *Coliform* dengan pewarnaan gram dan uji biokimia. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai MPN dari 10 sampel yang diuji tidak memenuhi standar baku mutu yang ditetapkan pemerintah yaitu sebesar 50 per 100 ml. Nilai MPN tertinggi dari hasil penelitian sampel air hujan sebesar 2400 per 100 ml yaitu terdapat pada sampel 1, 2, 3, 5, 6, 9, 10 dan nilai MPN terendah sebesar 93 per 100 ml yaitu terdapat pada sampel 4. Tingginya nilai MPN menunjukkan tingginya tingkat pencemaran bakteri *Coliform*. Bakteri *Coliform* yang ditemukan dalam sampel yaitu *Escherichia coli*, *Klebsiella* sp., *Klebsiella oxytoca*, *Enterobacter* sp., *Salmonella* sp., dan *Citrobacter* sp.

Kata kunci: *Coliform*, *Most Probable Number*, Penampungan Air Hujan (PAH)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

ABSTRACT

THE ANALYSIS CONTENT AND COLIFORM TYPE IN RAINWATER HARVESTING (RH) IN DESA REJOTENGAH, KECAMATAN DEKET, KABUPATEN LAMONGAN

Rainwater is one of clean water that can be used for daily needs. One of the uses of rain water is by owning it from the roof of the house and storing it in a Rainwater Collection. Utilization of rainwater for everyday human needs must meet health standards. Rainwater collected from the roof of the house contains bacteria, so bacteriological testing must be carried out. This study aimed to determine the MPN value of the sample so that its quality can be determined by bacteriologists and the types of bacteria that are in it. The sample used in this study is rainwater in PAH which was tested by 10 samples. This research a descriptive study to find out the presence of Coliform bacteria contamination in rainwater in the Rainwater Harvesting (RH) in Desa Rejotengah, Kecamatan Deket, Kabupaten Lamongan with the MPN (Most Probable Number) series 3-3-3 method, and identification of Coliform bacteria by the gram staining and biochemical testing. The results showed that the MPN value of 10 samples tested did not meet the quality standards set by the government that is equal to 50 per 100 ml. The highest MPN value from the results of rainwater sample research of 2400 per 100 ml is found in samples 1, 2, 3, 5, 6, 9, 10 and the lowest MPN value of 93 per 100 ml is found in sample 4. The high MPN value indicates high levels of pollution of Coliform bacteria. Coliform bacteria found in the sample were Escherichia coli, Klebsiella sp., *Klebsiella oxytoca, Enterobacter* sp., *Salmonella* sp., *and Citrobacter* sp.

Keyword: Coliform, , Most Probable Number, Rainwater Harvesting

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL i
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING ii
PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI iii
PERNYATAAN KEASLIAN iv
HALAMAN PERNYATAAN PUBLIKASI v
HALAMAN MOTTO vi
HALAMAN PERSEMBAHAN vii
KATA PENGANTAR viii
ABSTRAK x
ABSTRACT xi
DAFTAR ISI xii
DAFTAR TABEL xiv
DAFTAR GAMBAR xv
DAFTAR LAMPIRAN xvi
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1.Latar Belakang 1
1.2.Rumusan Masalah 8
1.3.Tujuan Penelitian 8
1.4.Manfaat Penelitian 9
1.5.Batasan Masalah 10
BAB II KAJIAN PUSTAKA 11
2.1.Air Bersih 11
2.2.Penampungan Air Hujan (PAH) 13
2.3.Bakteri *Coliform* 16
2.4.Analisis Bakteri *Coliform* dengan Metode MPN 22
2.5.Identifikasi Bakteri *Coliform* 24
BAB III METODE PENELITIAN 28
3.1.Rancangan Penelitian 28
3.2.Tempat dan Waktu Penelitian 29

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

3.3.Alat dan Bahan Penelitian 29
3.4.Prosedur Penelitian..... 30
3.5.Analisis Data..... 34
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN..... 36
4.1.Lokasi Pengambilan Sampel..... 36
4.2.Analisis Bakteri *Coliform* dengan Metode MPN..... 39
4.3.Identifikasi bakteri *Coliform*..... 47
BAB V PENUTUP..... 66
5.1.Simpulan..... 66
5.2.Saran..... 66
DAFTAR PUSTAKA..... 68
LAMPIRAN

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Parameter Fisik dalam Standar Baku Mutu 12
Tabel 2.2. Parameter Biologi dalam Standar Baku Mutu 12
Tabel 2.3. Parameter Kimia dalam Standar Baku Mutu 13
Tabel 3.1. Jadwal Penelitian Skripsi 29

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Ilustrasi Tiga Komponen Dasar Penampung Air Hujan (PAH) 15
Gambar 2.2. Ilustrasi Sistem Penampungan Air Hujan 15
Gambar 3.1. Gambaran Penampungan Air Hujan (PAH) 31
Gambar 4.1. Peta Desa Rejotengah 38
Gambar 4.2. Uji Penduga (*presumptive test*) 40
Gambar 4.3. Uji Penguat (*confirmed test*) 43
Gambar 4.4. Uji Pelengkap (*completed test*) 47
Gambar 4.5. Pewarnaan Gram negatif perbesaran 1000x 48
Gambar 4.6. Uji Indol 50
Gambar 4.7. Uji Methyl Red 51
Gambar 4.8. Uji Voges Proskauer 53
Gambar 4.9. Uji Sitrat 54

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Izin Pengambilan Sampel..... I-80
Lampiran 2. Penelitian di laboratorium..... II-81
Lampiran 3. Kondisi Penampungan Air Hujan (PAH)..... III-82
Lampiran 4. Tabel MPN IV-84
Lampiran 5. Perhitungan..... V-85

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB I
PENDAHULUAN

1. 1. Latar Belakang

Air bersih merupakan komponen yang sangat penting bagi kehidupan manusia. Manusia membutuhkan air bersih dalam memenuhi kebutuhan sehari-hari seperti untuk memasak, minum, mencuci, mandi, dan lain-lain. Menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI (1990), air bersih adalah air yang kualitasnya memenuhi syarat kesehatan yang digunakan untuk keperluan sehari-hari dan dapat diminum apabila telah dimasak. Air bersih memiliki beberapa persyaratan baik dari segi fisik, biologi, maupun kimia. Kualitas fisik terdiri atas bau, rasa, dan warna, kualitas biologi yaitu air terbebas dari mikroorganisme patogen, serta kualitas kimia terdiri atas kesadahan, pH, dan lain-lain (Gabriel, 2001).

Seiring dengan meningkatnya pertumbuhan penduduk, maka kebutuhan akan air bersih juga semakin meningkat. Oleh karena itu diperlukan berbagai cara untuk memperoleh air bersih. Salah satu cara untuk memperoleh air bersih yaitu dengan memanfaatkan air hujan. Air hujan merupakan sumber air berkualitas tinggi yang tersedia pada musim hujan dan memiliki kemampuan untuk mengurangi pemakaian air bersih yang berasal dari sumber air tanah (Yulistyorini, 2011). Sebagaimana yang dijelaskan dalam Al Qur'an Surah Al Hijr ayat 22:

وَأَرْسَلْنَا الرِّيَاحَ لَوَاقِحَ فَأَنْزَلْنَا مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَسْقَيْنَاكُمُوهُ وَمَا أَنْتُمْ لَهُ بِخَازِنِينَ

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Artinya: "Dan Kami telah meniupkan angin untuk mengawinkan (tumbuh-tumbuhan) dan Kami turunkan hujan dari langit, lalu Kami beri minum kamu dengan air itu, dan sekali-kali bukanlah kamu yang menyimpannya".

Ayat tersebut menjelaskan bahwa Allah telah meniupkan angin untuk mengumpulkan awan-awan yang mengandung banyak air. Kemudian dijadikan-Nya hujan yang turun ke bumi untuk memberi minum kepada makhluk-Nya terutama manusia, sehingga air tersebut dapat disimpan di dalam tempat penyimpanan air untuk digunakan sebagai keperluan sehari-hari. Selain itu, air hujan juga dijelaskan dalam Al Quran surah An-Nahl ayat 10:

هُوَ الَّذِي أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً ۖ لَكُمْ مِنْهُ شَرَابٌ وَمِنْهُ شَجَرٌ فِيهِ تُسِيمُونَ

Artinya: "Dialah yang telah menurunkan air hujan dari langit untuk kamu, sebahagiannya menjadi minuman dan sebahagiannya (menyuburkan) tumbuh-tumbuhan, yang pada (tempat tumbuhnya) kamu menggembalakan ternakmu".

Ayat tersebut menjelaskan bahwa Allah telah menganugerahkan kepada manusia berupa air hujan yang turun dari langit untuk memenuhi kebutuhan hidup mereka. Sebagian air hujan itu dapat digunakan untuk minum dan sebagiannya lagi untuk menyiram tumbuhan dimana manusia menggembala ternaknya. Air hujan tersebut juga dapat menumbuhkan berbagai macam tanaman yang dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan manusia.

Pemanfaatan air hujan dapat dilakukan menggunakan Penampungan Air Hujan (PAH). Penampungan air hujan dilakukan dengan cara mengumpulkan air hujan yang berasal dari atap rumah ketika hujan datang dan mengalirkannya ke dalam sebuah tempat penampungan. Penampungan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

air hujan dari atap bangunan merupakan alternatif untuk memperoleh sumber air bersih dengan membutuhkan sedikit pengolahan sebelum digunakan untuk berbagai macam kebutuhan dan dapat digunakan ketika musim kemarau. Selain itu, pembangunan penampung air hujan dilakukan sebagai salah satu upaya untuk melestarikan sumber air yang semakin berkurang (Apostolidis & Hutton, 2005; Khaerudin dkk., 2013).

Pemanfaatan Penampungan Air Hujan (PAH) ini sangat menguntungkan masyarakat karena dapat memudahkan mereka untuk mendapatkan sumber air. Akan tetapi, air hujan yang ditampung dari atap rumah kemungkinan mengandung berbagai macam kontaminan baik fisik, kimia, maupun mikrobiologi. Menurut Yulistyorini (2011), apabila air hujan kontak dengan permukaan tangkapan air hujan (atap), saluran atau pipa pengaliran, dan tempat penampungan, maka tidak menutup kemungkinan bahwa air hujan tersebut membawa kontaminan. Kontaminasi dari permukaan atap rumah dapat berasal dari dua sumber, yaitu secara langsung dari atmosfer dan dari dedaunan yang menggantung ataupun kotoran burung dan hewan pengerat (Despins *et al.*, 2009). Selain itu, kontaminasi juga bisa berasal dari bak penampungan air.

Bak penampungan air dibangun baik di atas maupun di bawah permukaan tanah. Bak penampung PAH terbuat dari bata, pasir, dan semen yang dibangun berbentuk persegi panjang dengan atap penutup. Bak dilengkapi dengan kran untuk mengambil air. Ada juga yang tanpa kran yaitu dengan menggunakan timba untuk mengambil air. Bak penampung

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

tersebut apabila letaknya berdekatan dengan *septic tank*, maka kemungkinan air dalam *septic tank* dapat merembes ke dalam bak PAH. Hal tersebut dapat mengakibatkan air hujan di dalam PAH tercemar dengan keberadaan bakteri *Coliform*. Menurut Kusnoputranto (1997), kemungkinan terjadinya pencemaran bakteri dapat disebabkan oleh porositas dan permeabilitas tanah, serta arah aliran air tanah karena apabila aliran air tanah yang mengandung bakteri menuju ke sumber air bersih maka akan mengakibatkan air tersebut tercemar oleh bakteri.

Bakteri *Coliform* adalah golongan bakteri yang hidup di dalam sistem pencernaan manusia. Bakteri *Coliform* merupakan bakteri indikator keberadaan bakteri patogen lain (Rijal, 2016). Apabila tingkat keberadaan organisme indikator rendah maka organisme patogen juga jauh lebih rendah. Bakteri *Coliform* menjadi bakteri indikator karena sifatnya tidak patogen, dapat dihitung, cepat dan mudah diketahui dalam uji laboratorium, jumlahnya dapat dikaitkan dengan probabilitas hadirnya bakteri patogen, tidak bertambah jumlahnya apabila bakteri patogen tidak bertambah, serta dapat bertahan meskipun dalam lingkungan yang tidak mendukung (Colome, 2001).

Air hujan yang dimanfaatkan untuk kebutuhan minum dan memasak akan lebih baik apabila terbebas dari cemaran bakteri, terutama bakteri *Coliform*. Adanya cemaran bakteri *Coliform* dalam jumlah banyak pada air hujan yang digunakan untuk keperluan sehari-hari manusia dapat menyebabkan berbagai masalah kesehatan seperti diare, tifus, disentri, dan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

lain-lain. Menurut Peraturan Menteri Kesehatan (2017), cemaran bakteri dalam air untuk keperluan higiene sanitasi berdasarkan standar baku mutu yang ditetapkan oleh pemerintah yaitu total *Coliform* maksimal sebesar 50 CFU/ 100 mL dan *Escherichia coli* maksimal sebesar 0 CFU/ 100 mL. Air untuk keperluan higiene sanitasi yaitu air yang digunakan untuk memelihara kebersihan perorangan seperti mandi dan sikat gigi, sebagai air minum, keperluan mencuci pakaian, bahan pangan, dan peralatan makan.

Penampungan Air Hujan (PAH) sudah digunakan di berbagai negara, namun pada beberapa penelitian menunjukkan bahwa terdapat cemaran *Coliform* pada air hujan yang ditampung. Penelitian yang dilakukan oleh Wilbers *et al.* (2013) di Mekong Delta, Vietnam terdapat cemaran bakteri *Coliform* yang tinggi pada air hujan yang ditampung di Penampungan Air Hujan (PAH). Hal tersebut dikarenakan beberapa faktor seperti jenis atap penyimpanan, tempat penyimpanan, ada tidaknya vegetasi yang menggantung di atas PAH, kurangnya kebersihan, dan aspek penanganan manusia. Begitu juga pada penelitian Lee *et al.* (2010) di Gangneung, Korea Selatan terdapat cemaran *Coliform* yang meningkat pada musim gugur. Hal tersebut kemungkinan berasal dari kotoran yang masuk ke dalam tangki PAH, atau juga dapat disebabkan dari binatang atau serangga yang mati akibat aktifitas manusia di atap penampungan, serta dapat diakibatkan daerah tangkapan tidak dibersihkan secara teratur pada musim gugur.

Selain itu, terdapat pula penelitian di Indonesia yang menunjukkan adanya cemaran *Coliform* pada air hujan yang ditampung di tempat

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Penampungan Air Hujan (PAH). Penelitian Anuar dkk. (2015) menunjukkan bahwa air hujan yang di tampung di Penampungan Air Hujan (PAH) di Kecamatan Bangko Bagansiapiapi terkontaminasi keberadaan bakteri *Escherichia coli* dan *Coliform* yang melebihi baku mutu pemerintah. Penelitian lain yang dilakukan oleh Bahar (1998) di Desa Baso Kecamatan Baso Kabupaten Agam juga menunjukkan bahwa sampel air hujan terkontaminasi bakteri *Coliform*, namun tidak ada kontaminasi bakteri *Escherichia coli*. Akan tetapi kualitas air hujan di PAH Desa Baso tergolong buruk karena memiliki indeks MPN yang tinggi.

Masyarakat di Lamongan yang kesulitan memperoleh sumber air minum melakukan penangkapan air hujan sebagai sumber air bersih karena alternatif sumber air lainnya tidak memungkinkan, baik sistem perpipaan maupun sistem yang lain (Perda Kabupaten Lamongan, 2017). Berdasarkan hasil observasi di Desa Rejotengah Kecamatan Deket Kabupaten Lamongan, masyarakat memanfaatkan air hujan untuk minum dan memasak dengan membuat tempat Penampungan Air Hujan (PAH). Hal ini dikarenakan sumur gali di daerah tersebut tidak layak dimanfaatkan sebagai sumber air untuk minum dan memasak. Selain itu, di desa tersebut juga tidak terdapat PDAM.

Penelitian Asyfiradayati (2017) menjelaskan bahwa penduduk di Desa Plosobuden Kecamatan Deket Kabupaten Lamongan juga menggunakan Penampungan Air Hujan sebagai sumber air bersih. Analisis yang digunakan yaitu total *Coliform* air hujan pada PAH. Hasil penelitiannya

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

menunjukkan bahwa air hujan yang ditampung di PAH terkontaminasi keberadaan bakteri *Coliform*.

Cemaran bakteri *Coliform* dalam air hujan dapat menyebabkan berbagai masalah kesehatan seperti diare yang diakibatkan oleh bakteri *Escherichia coli*, pneumonia yang disebabkan oleh bakteri *Klebsiella pneumoniae*, dan lain-lain. Kejadian penyakit diare dan pneumonia di Lamongan tergolong tinggi. Pada tahun 2017, kasus diare terjadi sebesar 97,70% yaitu sekitar 31.250 jiwa yang terdiri atas 14.698 laki-laki dan 16.652 perempuan. Sedangkan kasus pneumonia balita sebesar 3.702 anak (70%) yang terdiri atas 1.767 anak laki-laki dan 5.289 anak perempuan Di Kecamatan Deket, kasus diare sebesar 77% yaitu sekitar 887 jiwa terdiri atas 385 laki-laki dan 502 perempuan, sedangkan kasus pneumonia pada balita sebesar 65,8 % yaitu sekitar 125 jiwa terdiri atas 67 laki-laki dan 58 perempuan (Dinas Kesehatan Kabupaten Lamongan, 2017).

Dengan adanya bahaya yang diakibatkan oleh cemaran bakteri *Coliform* pada air hujan di PAH, maka perlu dilakukan analisis kualitas bakteriologis pada air hujan tersebut. Di Lamongan, tepatnya di Desa Plosobuden Kecamatan Deket sudah terdapat penelitian terhadap kualitas bakteriologis air hujan di tempat Penampungan Air Hujan (PAH). Namun, salah satu daerah tepatnya di Desa Rejotengah Kecamatan Deket belum dilakukan penelitian, sehingga diperlukan adanya penelitian kualitas bakteriologis air hujan di tempat Penampungan Air Hujan (PAH). Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dilakukan analisis kadar dan jenis

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Coliform pada Penampungan Air Hujan (PAH) di Desa Rejotengah Kecamatan Deket Kabupaten Lamongan dengan metode MPN (*Most Probable Number*), pewarnaan gram, dan uji biokimia.

1. 2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Apakah terdapat cemaran bakteri *Coliform* dari air hujan pada tempat Penampungan Air Hujan (PAH) di Desa Rejotengah Kecamatan Deket Kabupaten Lamongan?
2. Berapa jumlah bakteri *Coliform* dari air hujan pada Penampungan Air Hujan (PAH) di Desa Rejotengah Kecamatan Deket Kabupaten Lamongan berdasarkan nilai MPN?
3. Bagaimana hasil identifikasi bakteri *Coliform* yang diperoleh dari pewarnaan gram dan uji biokimia dari air hujan pada Penampungan Air Hujan (PAH) di Desa Rejotengah Kecamatan Deket Kabupaten Lamongan?

1. 3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Mengetahui adanya cemaran bakteri *Coliform* dari air hujan pada Penampungan Air Hujan (PAH) di Desa Rejotengah Kecamatan Deket Kabupaten Lamongan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

2. Mengetahui jumlah bakteri *Coliform* dari air hujan pada Penampungan Air Hujan (PAH) di Desa Rejotengah Kecamatan Deket Kabupaten Lamongan berdasarkan nilai MPN
3. Mengetahui hasil identifikasi bakteri *Coliform* yang diperoleh dari pewarnaan gram dan uji biokimia dari air hujan pada Penampungan Air Hujan (PAH) di Desa Rejotengah Kecamatan Deket Kabupaten Lamongan

1. 4. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini yaitu:

1. Manfaat bagi Peneliti
   a. Menambah pengetahuan tentang analisis cemaran bakteri *Coliform* pada air hujan di tempat Penampungan Air Hujan (PAH) dengan berbagai metode bakteriologis
   b. Menambah keterampilan dalam pemeriksaan cemaran bakteri *Coliform* pada air hujan di tempat Penampungan Air Hujan (PAH)
2. Manfaat bagi Institusi
   a. Menambah informasi tentang peran ilmu mikrobiologi untuk penilaian kualitas air hujan
   b. Menambah referensi dan pengembangan penelitian bakteriologis tentang analisis cemaran bakteri *Coliform* pada air hujan di tempat Penampungan Air Hujan (PAH)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

3. Manfaat bagi Masyarakat
   a. Memberikan informasi kepada masyarakat tentang air hujan yang layak digunakan untuk kebutuhan sehari-hari
   b. Memberikan informasi tentang ada tidaknya cemaran bakteri *Coliform* pada air hujan di Penampungan Air Hujan (PAH)
   c. Meningkatkan kesadaran masyarakat tentang persyaratan air hujan yang dapat digunakan untuk keperluan sehari-hari
   d. Memberikan kesadaran kepada masyarakat untuk menjaga kebersihan air hujan beserta tempat Penampungan Air Hujan (PAH)

1. 5. Batasan Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa batasan yaitu:

1. Metode analisis yang digunakan yaitu MPN (*Most Probable Number*), uji biokimia, dan pewarnaan gram
2. Sampel air yang digunakan yaitu air hujan yang disimpan di tempat Penampungan Air Hujan (PAH) di Desa Rejotengah Kecamatan Deket Kabupaten Lamongan
3. Baku mutu yang digunakan yaitu Peraturan Menteri Kesehatan No. 32 tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, *Solus* Per Aqua, dan Pemandian Umum

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB II
KAJIAN PUSTAKA

2. 1. Air Bersih

Air bersih adalah air yang kualitasnya memenuhi syarat kesehatan yang digunakan untuk keperluan sehari-hari dan dapat diminum apabila telah dimasak (Permenkes RI, 1990). Manusia membutuhkan air bersih dalam melakukan segala kegiatan, sehingga perlu diketahui dari segi kualitas dimana air dikatakan bersih dan dapat digunakan untuk kegiatan sehari-hari dalam jumlah yang cukup. Air bersih memiliki beberapa persyaratan baik dari segi fisik, biologi, maupun kimia. Kualitas fisik terdiri atas bau, rasa, dan warna, kualitas biologi yaitu air terbebas dari mikroorganisme patogen, serta kualitas kimia terdiri atas kesadahan, pH, dan lain-lain (Gabriel, 2001).

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32. Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, *Solus* Per Aqua, dan Pemandian Umum, parameter air yang digunakan untuk kebutuhan higiene sanitasi meliputi parameter fisik, biologi, dan kimia. Air untuk kebutuhan higiene sanitasi yaitu air yang digunakan untuk air minum, mandi dan sikat gigi, keperluan mencuci bahan pangan, pakaian, dan peralatan makan. Parameter fisik meliputi kekeruhan, suhu, warna, zat padat terlarut (*Total Dissolved Solid*), bau, dan rasa seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.1. Parameter biologi yang harus diperiksa

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

meliputi *Escherichia coli* dan total *Coliform* seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.2. Sedangkan untuk parameter kimia meliputi parameter wajib yaitu pH, besi, kesadahan ($CaCO_3$), fluorida, mangan, deterjen, nitrat, sianida, nitrit, pestisida total, dan parameter tambahan yaitu air raksa, kadmium, arsen, kromium, seng, selenium, sulfat, benzene, timbal, zat organik ($KMNO_4$) seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.3.

Tabel 2.1. Parameter Fisik berdasarkan Standar Baku Mutu

No.	Parameter Wajib	Unit	Standar Baku Mutu (kadar maksimum)
1.	Kekeruhan	NTU	25
2.	Suhu	°C	Suhu udara ± 3
3.	Warna	TCU	50
4.	Bau		Tidak berbau
5.	Zat Padat Terlarut (*Total Dissolved Solid*)	mg/l	1000
6.	Rasa		Tidak berasa

Sumber: (Menkes RI, 2017)

Tabel 2.2. Parameter Biologi berdasarkan Standar Baku Mutu

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

Sumber: (Menkes RI, 2017)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tabel 2.3. Parameter Kimia berdasarkan Standar Baku Mutu

No.	Parameter	Unit	Standar Baku Mutu (kadar maksimum)
Wajib			
1.	pH	mg/l	6,5 – 8,5
2.	Besi	mg/l	1
3.	Kesadahan ($CaCO_3$)	mg/l	500
4.	Fluorida	mg/l	1,5
5.	Mangan	mg/l	0,5
6.	Deterjen	mg/l	0,05
7.	Nitrat, sebagai N	mg/l	10
8.	Sianida	mg/l	0,1
9.	Nitrit, sebagai N	mg/l	1
10.	Pestisida Total	mg/l	0,1
Tambahan			
1.	Air Raksa	mg/l	0,001
2.	Kadmium	mg/l	0,005
3.	Arsen	mg/l	0,05
4.	Kromium (valensi 6)	mg/l	0,05
5.	Seng	mg/l	1,5
6.	Selenium	mg/l	0,01
7.	Sulfat	mg/l	400
8.	Benzene	mg/l	0,01
9.	Timbal	mg/l	0,05
10.	Zat Organik ($KMNO_4$)	mg/l	10

Sumber: (Menkes RI, 2017)

2. 2. Penampungan Air Hujan (PAH)

Air hujan merupakan sumber air berkualitas tinggi yang tersedia pada musim hujan dan memiliki kemampuan untuk mengurangi pemakaian air bersih yang berasal dari sumber air tanah (Yulistyorini, 2011). Air hujan yang dipanen merupakan sumber yang dapat diperbarui yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai tujuan termasuk minum, memasak, menyiram kebun, dan pembersihan di dalam dan di luar ruangan. Sistem penampungan air hujan juga cocok untuk irigasi dan bentang ladang (Awawdeh *et al.*, 2012).

Penampungan Air Hujan (PAH) merupakan sistem untuk menampung air hujan yang berasal dari atap bangunan, permukaan jalan, permukaan tanah, atau daerah tangkapan batu dengan menggunakan teknik sederhana

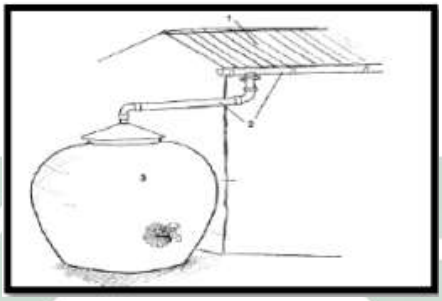
digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

seperti jambangan, tangki, dan bak air serta teknik yang lebih kompleks seperti bendungan penyimpanan bawah tanah (Abdulla & Al-Shareef, 2009). Penampungan air hujan dari atap bangunan merupakan suatu alternatif untuk mendapatkan sumber air bersih yang dapat digunakan ketika musim kemarau dengan sedikit pengolahan sebelum digunakan untuk berbagai macam kebutuhan. Selain itu, pembangunan penampung air hujan dilakukan sebagai salah satu upaya untuk melestarikan sumber air yang semakin berkurang (Apostolidis & Hutton, 2005; Khaerudin dkk., 2013).

Sistem PAH biasanya terdiri dari daerah pengumpulan (atap), saluran atau pipa pengaliran, dan tempat penyimpanan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.1. Daerah pengumpulan biasanya berupa atap dari sebuah bangunan. Area atap lebih efisien karena material pembangun atap mempengaruhi efisiensi pengumpulan dan kualitas air. Sistem pengangkutan biasanya berupa saluran atau pipa yang menghantarkan air hujan dari atap ke dalam tangki. Talang atau pipa harus berukuran dengan benar, memiliki kemiringan, dan dipasang sedemikian rupa untuk memaksimalkan jumlah air hujan yang ditampung. Talang atau pipa biasanya dipasang di dinding bangunan atau di dalam dinding ketika pembangunan. Tangki penyimpanan dapat dibangun dengan bentuk (silindris, persegi panjang, dan kotak), dan dengan bahan (batu bata, batu, semen, beton polos, dan beton bertulang) (Abdulla & Al-Shareef, 2009). Tempat penampungan dapat berupa tangki baik di atas maupun di bawah tanah. Filter atau penyaring juga diperlukan untuk memisahkan kotoran

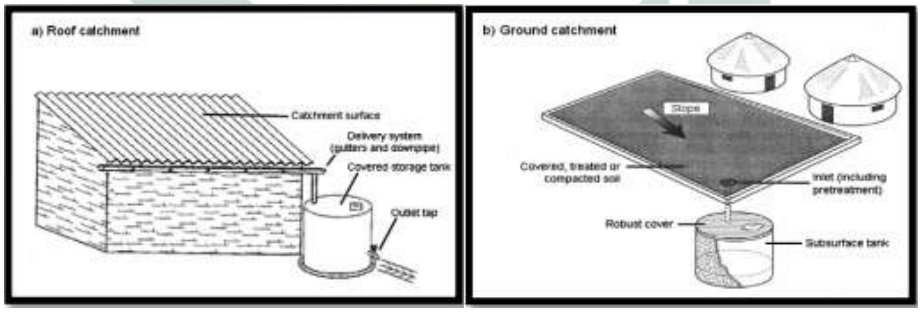
digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

(daun, ranting, dan plastik) agar tidak terbawa aliran air hujan masuk ke dalam saluran penampung untuk menjaga kualitas air hujan. Filter sebaiknya dapat dibersihkan dan bisa dilepas dengan mudah (Beza dkk., 2016).



Gambar 2.1. Ilustrasi Tiga Komponen Dasar Penampung Air Hujan (PAH): 1) Daerah Pengumpulan, 2) Sistem Pengangkutan, dan 3) Tangki Penyimpanan
Sumber: (Beza dkk., 2016)

Sistem PAH yang dapat dipakai meliputi sistem atap bangunan (*roof system*) dan sistem permukaan tanah (*land catchment area*) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.2.



(a) (b)

Gambar 2.2. Ilustrasi Sistem Penampungan Air Hujan a) Atap, b) Permukaan Tanah
Sumber: (Beza dkk., 2016)

Sistem atap menggunakan atap bangunan secara individu yang memungkinkan air tidak terlalu banyak terkumpul, namun apabila dilakukan secara bersama-sama maka air yang terkumpul dapat lebih banyak. Sedangkan pada sistem permukaan tanah memungkinkan air hujan terkumpul melimpah dari daerah tangkapan yang luas. Air hujan yang

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

dikumpulkan dengan sistem permukaan tanah lebih sesuai untuk digunakan dalam bidang pertanian karena kualitasnya rendah. Air dapat dikumpulkan dalam danau atau embung kecil (UNEP, 2001).

2. 3. Bakteri *Coliform*

Bakteri *Coliform* adalah bakteri yang mengindikasikan keberadaan bakteri patogen lain. Kelompok bakteri *Coliform* mencakup semua bakteri berbentuk batang, tidak membentuk spora, gram negatif, dan dapat memfermentasikan laktosa dengan menghasilkan asam dan gas pada suhu 37°C dalam waktu tidak lebih dari 48 jam (Rijal, 2016). Kebanyakan *Coliform* hadir dalam jumlah besar di dalam usus manusia, usus hewan berdarah panas hingga ditemukan dalam tinja (Rompre *et al*., 2002).

Tingkat organisme patogen akan jauh lebih rendah apabila keberadaan organisme indikator juga rendah. Bakteri *Coliform* menjadi bakteri indikator karena sifatnya tidak patogen, dapat dihitung, cepat dan mudah diketahui dalam uji laboratorium, jumlahnya dapat dikaitkan dengan probabilitas hadirnya bakteri patogen, tidak bertambah jumlahnya apabila bakteri patogen tidak bertambah, serta dapat bertahan meskipun dalam lingkungan yang tidak mendukung (Colome, 2001).

Bakteri *Coliform* terbagi menjad fecal dan non fecal. *Coliform* fecal merupakan bakteri dari kotoran manusia, sedangkan *Coliform* non fecal merupakan bakteri dari hewan atau tanaman yang sudah mati (Alwi & Maulina, 2012). Berikut adalah beberapa contoh bakteri *Coliform*, diantaranya:

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

A. *Escherichia coli*

Menurut Sutiknowati (2016), *E. coli* merupakan bakteri berbentuk batang, memiliki panjang kurang lebih 2 mikrometer, gram negatif, dapat hidup pada suhu sekitar 20-40°C dengan suhu optimumnya 37°C dan dapat dijumpai dalam usus besar manusia. Bakteri ini mampu mencerna garam anorganik (amonium sulfat) dan asam organik (asetat) sebagai sumber nutrisi nitrogen dan karbon. Bakteri *Escherichia coli* memiliki urutan klasifikasi sebagai berikut:

Kingdom : Eubacteria

Phylum : Proteobacteria

Class : Gammaproteobacteria

Order : Enterobacteriales

Family : Enterobacteriaceae

Genus : *Escherichia*

Species : *Escherichia coli*

B. *Salmonella*

Salmonella sp. merupakan bakteri berbentuk batang, gram negatif, dan memiliki flagel peritrik untuk bergerak. Bakteri ini hampir tidak pernah memfermentasikan laktosa ataupun sukrosa dan dapat tumbuh pada media yang sederhana. Bakteri ini dapat membentuk asam, terkadang dapat menghasilkan gas dari manosa dan glukosa. *Salmonella* tumbuh pada lingkungan fakultatif anaerob dan aerob pada suhu 15-

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

41°C dengan suhu optimum 37,5^{o}C (Brands, 2006). Menurut Jawetz *et al.* (2010), bakteri *Salmonella sp*. memiliki klasifikasi sebagai berikut:

Kingdom : Bacteria

Phylum : Proteobacteria

Class : Gammaproteobacteria

Order : Enterobacteriales

Family : Enterobacteriaceae

Genus : S*almonella*

Species : *Salmonella typhy, Salmonella paratyphi A, Salmonella thyphimurium, Salmonella choleraesus, Salmonella enteriditis*

C. *Shigella*

Shigella merupakan bakteri berbentuk batang, gram negatif, tunggal, bersifat aerob atau aerob fakultatif, tidak menghasilkan spora, dan tidak memiliki flagel. Bakteri ini memiliki suhu optimum 37°C dan tinggal pada saluran pencernaan dengan menginfeksi melalui fase oral (Aini, 2018). *Shigella* menghasilkan endotoksin dan eksotoksin, serta dapat memfermentasikan glukosa membentuk asam dari karbohidrat. Endotoksin dapat menyebabkan iritasi pada dinding usus, sedangkan eksotoksin dapat mengenai usus dan sistem saraf pusat (Kurniasih, 2014). Menurut Engelkirk (2011), bakteri *Shigella* memiliki urutan klasifikasi sebagai berikut:

Kingdom : Bacteria

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Phylum : Proteobacteria

Class : Gammaproteobacteria

Order : Enterobacteriales

Family : Enterobacteriaceae

Genus : *Shigella*

Species : *Shigella dysenteriae*

D. *Enterobacter*

Enterobacter merupakan bakteri berbentuk batang, gram negatif, dapat bergerak dengan flagella peritrik, dan bersifat anaerob fakultatif. Bakteri ini dapat mengubah glukosa membentuk asam dan gas, juga dapat mengubah nitrat menjadi nitrit. *Enterobacter* dapat membentuk kapsul, asetat, dan sitrat sebagai sumber karbon satu-satunya (Pelczar & Chan, 1986). Menurut Garrity *et al.* (2004), bakteri *Enterobacter* memiliki urutan klasifikasi sebagai berikut:

Kingdom : Bacteria

Phylum : Proteobacteria

Class : Gammaproteobacteria

Order : Enterobacteriales

Family : Enterobacteriaceae

Genus : *Enterobacter*

Species : *Enterobacter* sp.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

E. *Klebsiella pneumoniae*

Klebsiella pneumoniae merupakan bakteri berbentuk batang pendek, gram negatif, tidak menghasilkan spora, dan mempunyai kapsul. *Klebsiella pneumoniae* mampu memfermentasikan karbohidrat menjadi asam amino dan gas meskipun tidak dapat bergerak karena tidak memiliki flagel. *Klebsiella pneumoniae* merupakan bakteri yang dapat memfermentasikan laktosa dan bersifat fakultatif anaerob. *Klebsiella pneumoniae* tidak motil, dapat menunjukkan pertumbuhan mukoid dan kapsul polisakarida yang besar (Anderson *et al.*, 2007). Menurut Podschun & Ullmann (1998), bakteri *Klebsiella pneumoniae* memiliki urutan klasifikasi sebagai berikut:

Kingdom : Bacteria

Phylum : Proteobacteria

Class : Gammaproteobacteria

Order : Enterobacteriales

Family : Enterobacteriaceae

Genus : *Klebsiella*

Species : *Klebisella pneumoniae*

Keberadaan bakteri telah dijelaskan di dalam Al Qur'an surah Al-Furqan ayat 2 yang berbunyi:

الَّذِي لَهُ مُلْكُ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ وَلَمْ يَتَّخِذْ وَلَدًا وَلَمْ يَكُنْ لَهُ شَرِيكٌ فِي الْمُلْكِ وَخَلَقَ كُلَّ شَيْءٍ فَقَدَّرَهُ

تَقْدِيرًا

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Artinya: "Yang kepunyaanNya lah kerajaan langit dan bumi, tidak memiliki anak, tidak ada sekutu bagiNya dalam kekuasaanNya, dan Dia menciptakan segala sesuatu, kemudian menetapkan ukuran-ukurannya dengan tepat".

Menurut tafsir Quraish Shihab, hanya Allah-lah pemilik kerajaan langit dan bumi, Dia tidak memiliki anak dan tidak ada sekutu bagiNya. Allah telah menciptakan segala sesuatu dan memberikan ukuran dan ukuran yang sangat tepat. Semua makhluk memiliki perkembangan yang berbeda-beda, berjalan sangat teliti sesuai aturan dan bersifat konstan. Masing-masing makhluk hidup terbagi pada kelompok dan jenis yang berbeda. Dalam tahapan perkembangannya, sifat-sifatnya berkembang mulai dari makhluk hidup bersel satu seperti mikroba, hingga makhluk hidup bersel banyak seperti manusia. Setiap jenis makhluk hidup tersebut mempunyai sifat-sifat tertentu yang diwariskan dari generasi ke generasi selanjutnya. Semua itu berjalan secara teliti dan konstan yang menunjukkan kebesaran dan kekuasaan Allah Swt. Mahasuci Allah dari apa yang mereka persekutukan.

Ayat tersebut mengandung penjelasan bahwa adanya bakteri di bumi ini adalah ciptaan Allah Swt. Allah menciptakan bakteri ada yang menguntungkan dan ada yang merugikan. Salah satu contohnya adalah bakteri *Coliform*. Bakteri *Coliform* dapat memberikan keuntungan yaitu dapat digunakan untuk mengetahui baik buruknya kualitas air, sedangkan memberikan kerugian apabila jumlahnya berlebih sehingga dapat menyebabkan munculnya berbagai penyakit.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

2. 4. Analisis Bakteri *Coliform* dengan Metode MPN

Analisis bakteri *Coliform* dalam sampel dapat dilakukan dengan Metode MPN (*Most Probable Number*). Metode MPN merupakan suatu metode penghitungan jumlah mikroba berdasarkan data hasil pertumbuhan mikroba pada media cair spesifik. Dari seri tabung sampel cair maupun padat ditanam sesuai jumlah sampel atau dilakukan pengenceran menurut seri tabung, sehingga didapatkan kisaran jumlah organisme uji dalam nilai MPN per satuan volume atau massa sampel. Prinsip utama dari metode MPN didasarkan pada pengenceran sampel hingga tingkat tertentu yang nantinya akan didapatkan konsentrasi mikroba yang sesuai. Apabila jumlah sampel yang dimasukkan lebih besar, maka tabung positif akan semakin banyak. Sedangkan apabila jumlah sampel yang dimasukkan lebih kecil, maka tabung positif akan semakin sedikit. Tabung positif hasil uji sangat bergantung pada probabilitas sel yang terambil oleh pipet ketika memasukkan ke dalam tabung berisi media. Terdapat beberapa ragam pada metode ini, yaitu ragam 7 tabung, 9 tabung, dan 15 tabung. Pemilihan ragam bergantung pada jenis sampel yang akan dilakukan uji berdasarkan tingkat kepadatan bakteri dalam sampel (Kamaliah, 2017). Terdapat 3 tahapan uji MPN dalam pengujian air sebagai berikut :

a. Uji penduga (*presumptive test*)

Uji ini merupakan uji pendahuluan berdasarkan fermentasi laktosa yang menghasilkan gas dan asam oleh bakteri *Coliform*. Terbentuknya asam ditandai dengan kekeruhan media laktosa, sedangkan adanya

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

gelembung di dalam tabung durham menandakan adanya gas yang terbentuk. Tabung dinyatakan positif apabila gas yang terbentuk lebih dari volume dalam tabung durham atau sebanyak 10% (Widiyanti & Ristiati, 2004).

b. Uji penguat (*confirmed test*)

Media yang digunakan pada uji penguat yaitu media BGLB (*Brilliant Green Lactose Broth*). Sampel dari tabung positif hasil uji penduga diinokulasikan ke dalam media BGLB yang telah dilengkapi tabung durham. Terbentuknya gas di dalam tabung durham menandakan hasil yang positif (Mudatsir, 2010). Media BGLB merupakan media yang mengandung laktosa dan garam empedu yang dapat mendukung pertumbuhan bakteri *Coliform* dan menghambat pertumbuhan bakteri gram positif (Alang, 2014).

c. Uji pelengkap (*completed test*)

Media yang digunakan pada uji pelengkap yaitu media EMB (*Eosin Methylen Blue*). Setiap tabung positif pada uji penguat diinokulasikan secara aseptik pada media EMB. Koloni yang terbentuk kemudian diamati (Mudatsir, 2010). Media EMB merupakan media selektif dan diferensial untuk menumbuhkan bakteri gram negatif dan menghambat pertumbuhan bakteri gram positif karena kandungan eosin di dalamnya. Laktosa, eosin, dan methylene blue digunakan untuk membedakan bakteri yang dapat memfermentasikan laktosa dan yang tidak memfermentasikan laktosa (Ginting dkk., 2018).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

2. 5. Identifikasi Bakteri *Coliform*

Identifikasi bakteri *Coliform* dapat dilakukan dengan pewarnaan gram dan uji biokimia.

2.6.1. Identifikasi Bakteri *Coliform* dengan Pewarnaan Gram

Pewarnaan gram merupakan teknik pewarnaan berdasarkan perbedaan struktur dan komposisi dinding sel bakteri yang dapat mengelompokkan bakteri menjadi gram positif dan gram negatif. Bakteri gram positif merupakan bakteri yang pada proses pewarnaan dapat mempertahankan warna ungu setelah dicuci dengan alkohol, sedangkan bakteri gram negatif tidak (Ampou dkk., 2015).

Dinding sel bakteri gram positif memiliki peptidoglikan lebih banyak yang mampu mempertahankan warna ungu sehingga ketika pengamatan mikroskopis terlihat kontras. Struktur dinding sel bakteri gram positif tebal sekitar 15-80 nm dan memiliki sedikit lemak sekitar 1-4%. Sedangkan bakteri gram negatif memiliki peptidoglikan sedikit yang menyerap warna merah sehingga ketika pengamatan mikroskopis terlihat kontras. Dinding sel bakteri gram negatif lebih tipis sekitar 10-15 nm dan memiliki lemak yang lebih tinggi sekitar 11-24% (Pelczar & Chan, 2009).

Sel bakteri akan menyerap pewarna ketika ditambahkan pewarna kristal violet yang berwarna ungu. Ketika ditambahkan lugol, maka interaksi antara kristal violet dengan sel bakteri semakin kuat. Ketika dicuci dengan alkohol, bakteri gram positif akan tetap mengikat

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

kompleks kristal violet dan lugol sehingga menjadi berwarna ungu. Namun pada bakteri gram negatif akan kehilangan kompleks kristal violet dan lugol karena lapisan peptidoglikannya yang tipis sehingga menjadi tidak berwarna. Ketika dilakukan penambahan pewarna safranin yang berwarna merah, bakteri gram positif tidak akan menyerap pewarna safranin tetapi bakteri gram negatif akan menyerapnya (Hidayat, 2015).

2.6.2. Identifikasi Bakteri *Coliform* dengan Uji Biokimia

Uji biokimia merupakan cara identifikasi dan determinasi melalui sifat-sifat fisiologis suatu biakan murni bakteri hasil isolasi. Dalam identifikasi bakteri yang tidak diketahui, ciri fisiologis merupakan syarat penting karena biakan bakteri yang berbeda dapat terlihat sama secara morfologis. Klasifikasi dan karakterisasi sebagian mikroorganisme berdasarkan pada reaksi biokimia maupun enzimatik. Mikroorganisme dapat tumbuh pada media yang memproduksi tipe metabolit, yang dapat diketahui dari adanya reaksi antara mikroorganisme dengan reagen yang akan menghasilkan perubahan warna (Cowan, 2004). Uji biokimia yang biasanya digunakan untuk identifikasi bakteri Enterobacteriaceae adalah uji IMViC. Berikut macam-macam uji IMViC yang meliputi:

a. Uji Indol

Uji Indol digunakan untuk mengetahui kemampuan mikroorganisme dalam mereduksi asam triptofan menghasilkan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

indol. Triptofan adalah asam amino yang menghasilkan indol, asam pynivic, dan amonia esensial dari hasil oksidasi oleh beberapa bakteri. Uji ini dilakukan dengan menginokulasikan mikroorganisme ke dalam *Tryptophan Broth* dengan penambahan triptofan. Indol yang diproduksi membentuk cincin berwarna merah dari penambahan reagen Kovacs (Hemraj *et al.,* 2013). Hasil uji positif ditandai dengan terbentuknya cincin merah pada garis pemisah, yang menunjukkan bahwa bakteri mengandung enzim triptofanase. Enzim triptofanase merupakan katalis pengurai gugus indol dalam asam amino triptofan. Sedangkan hasil uji negatif ditandai tidak terbentuknya cincin merah pada garis pemisah (Ulfa dkk., 2016).

b. Uji MR/VP (*Methyl Red/ Voges Proskauer*)

Uji MR merupakan uji yang digunakan untuk mengetahui kemampuan bakteri dalam memfermentasikan metilen glikon. Uji ini menggunakan media glukosa fosfat dengan penambahan *methyl red* 1% setelah diinkubasi. Hasil uji positif apabila media menjadi berwarna merah setelah ditambahkan *methyl red*. Sedangkan hasil uji negatif ditandai dengan tidak berubahnya warna media setelah ditambahkan *methyl red* (Ulfa dkk., 2016).

Uji VP merupakan uji yang digunakan untuk mengetahui keefektifan bakteri dalam memfermentasikan glukosa membentuk asetil metil karbinol (asetoin). Uji ini dilakukan penambahan α-

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

naphtol 5% dan KOH 40%. Hasil uji positif apabila media berubah warna menjadi merah yang menunjukkan bahwa bakteri dapat membentuk asetoin, sedangkan hasil uji negatif apabila media tidak mengalami perubahan warna (Ulfa dkk., 2016).

c. Uji Sitrat

Uji ini menggunakan media *Simons citrate Agar* yang berisi indikator *Brom Tymol Blue*. Uji sitrat bertujuan untuk mengetahui penggunaan sitrat oleh bakteri sebagai sumber karbon yang ditandai dengan perubahan media menjadi basa atau menjadi warna biru. Hasil uji positif apabila media berubah warna dari hijau menjadi biru yang berarti bakteri menggunakan sitrat sebagai sumber karbon. Sedangkan hasil negatif apabila media tidak berubah warna dari hijau menjadi biru, yang berarti bakteri tidak memiliki enzim sitrat permease, sehingga bakteri tidak menggunakan sitrat sebagai sumber karbon (Ratna, 2012).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB III
METODE PENELITIAN

3. 1. Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif untuk mengetahui adanya cemaran bakteri *Coliform* pada air hujan di Penampungan Air Hujan (PAH) di Desa Rejotengah Kecamatan Deket Kabupaten Lamongan dengan metode MPN (*Most Probable Number*), pewarnaan gram dan uji biokimia. Sampel dihitung berdasarkan rumus pengambilan sampel acak sederhana:

$$n = \frac{(Z_{1-\alpha}) \cdot P \cdot (1-P)}{d}$$

$$\frac{1{,}96 \cdot 0{,}83 \cdot (1-0{,}83)}{0{,}05}$$

$$\frac{1{,}96 \cdot 0{,}83 \cdot 0{,}17}{0{,}05}$$

$$5{,}53 \Rightarrow 6$$

Keterangan:

n = besar sampel minimum

Z1-α = derajat kepercayaan dilihat dari tabel Z (95%= 1,96)

P = proporsi

d = presisi (5% = 0,05)

Hasil perhitungan tersebut merupakan jumlah sampel minimal yang seharusnya diambil. Tetapi dalam penelitian ini jumlah sampel yang akan diambil yaitu sebanyak 10 sampel.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

3. 2. Tempat dan Waktu Penelitian

Pengambilan sampel dilakukan di Desa Rejotengah Kecamatan Deket Kabupaten Lamongan. Penelitian ini akan dilakukan di laboratorium terintegrasi Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya pada bulan Januari 2020 sampai bulan Maret 2020. Jadwal penelitian bisa dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Jadwal Penelitian Skripsi

No.	Kegiatan	Bulan										
		September 2019	Oktober 2019	November 2019	Desember 2019	Januari 2020	Februari 2020	Maret 2020	April 2020	Mei 2020	Juni 2020	Juli 2020
1.	Penyusunan Proposal Skripsi	■	■	■	■							
2.	Seminar Proposal Skripsi				■							
3.	Persiapan Alat dan Bahan					■						
4.	Pengambilan Sampel					■						
5.	Metode MPN (Most Probable Number)						■					
6.	Uji Biokimia							■				
7.	Pewarnaan Gram							■				
8.	Analisis Data								■			
9.	Penyusunan Skripsi								■	■	■	■
10.	Sidang Skripsi											■

Sumber: (Dokumentasi pribadi, 2019)

3. 3. Alat dan Bahan Penelitian

1. Alat:

Penelitian ini menggunakan beberapa alat yang diantaranya tabung reaksi, erlenmeyer, cawan petri, gelas ukur, gelas beker, bunsen,

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

pengaduk, timbangan analitik, jarum ose, mikropipet, tip pipet, botol kaca, *hot plate*, rak tabung reaksi, tabung durham, baki, pipet tetes, spatula, tabung reaksi besar, labu ukur, dan *vortex mixer*, autoklaf, dan *Laminar Air Flow*.

2. Bahan:

Penelitian ini menggunakan beberapa bahan diantaranya sampel air hujan di tempat Penampungan Air Hujan (PAH) di Desa Rejotengah Kecamatan Deket Kabupaten Lamongan, media LB (*Lactose Broth*), aquades, media BGLB (*Brillian Green Lactose Broth*), aluminium foil, media EMB (*Eosin Methylen Blue*), alkohol 70%, media MR/VP (*Methyl Red/ Voges Proskauer*), media MIO (*Motility Indole Ornithine*), *methyl red*, 40% KOH, 5% *alpha naphtol*, media SCA (*Simmons Citrate Agar*), reagen Kovac, plastik wrap, kapas, tissue, spirtus, dan plastik tahan panas.

3. 4. Prosedur Penelitian

1. Pengambilan Sampel

Sampel yang digunakan dalam penelitian sebanyak 10 sampel yang diambil dari 5 dusun di Desa Rejotengah. Sampel yang diambil dari setiap dusun masing-masing sebanyak 2 sampel. Sampel diambil pada beberapa titik secara acak tanpa memperhatikan ciri-ciri yang dimiliki sampel. Sampel yang diambil masing-masing dimasukkan ke dalam botol kaca steril. Kemudian mulut botol kaca dipanaskan di atas api bunsen dan ditutup menggunakan aluminium foil dan plastik wrap.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Gambaran Penampungan Air Hujan (PAH) dapat dilihat pada Gambar 3.1.

Gambar 3.1. Gambaran Penampungan Air Hujan (PAH)
Sumber: (Dokumentasi Pribadi, 2019)

2. Analisis bakteri *Coliform* dengan metode MPN (*Most Probable Number*)

Pengujian MPN dilakukan dengan ragam 3:3:3. Nilai MPN ditentukan berdasarkan tabel MPN yang dapat dilihat pada Lampiran 4.

a. Uji Penduga (*Presumptive Test*)

Media LB (*Lactose Broth*) *single strength* disiapkan sebanyak 6 tabung dan media LB (*Lactose Broth*) *double strength* sebanyak 3 tabung. Masing-masing tabung reaksi sudah berisi tabung durham. Kemudian sampel dimasukkan ke dalam 3 tabung *single strength* sebanyak 0,1 ml sampel, 3 tabung *single strength* sebanyak 1 ml sampel, dan 3 tabung *double strength* sebanyak 10 ml sampel. Mulut tabung reaksi ditutup dengan kapas, aluminium foil, dan plastik wrap dan diinkubasi selama 24-48 jam pada suhu ruangan 37°C. Hasil uji positif apabila media menjadi keruh dan terdapat gelembung dalam tabung durham (Rizki dkk., 2013).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

b. Uji Penguat (*Confirmed Test*)

Biakan positif diinokulasikan dari setiap tabung LB (*Lactose broth*) ke dalam tabung BGLB (*Brilliant Green Lactose Broth*) yang berisi tabung durham menggunakan jarum ose. Kemudian mulut tabung reaksi ditutup dengan kapas, aluminium foil, dan plastik wrap dan diinkubasi tabung BGLB selama 24-48 jam pada suhu 37°C. Hasil uji positif apabila media menjadi keruh dan terdapat gelembung dalam tabung durham. Hasil analisis yang diperoleh dicocokkan dengan tabel MPN (Rizki dkk., 2013).

c. Uji Pelengkap (*Completed Test*)

Biakan positif diambil satu ose masing-masing dan diinokulasi ke dalam media EMB (*Eosin Methylen Blue*) pada cawan petri secara zig-zag. Kemudian tepi cawan petri ditutup dengan plastik wrap dan diinkubasi selama 24-48 jam pada suhu 37°C (Rizki dkk., 2013).

3. Identifikasi Bakteri *Coliform* dengan Pewarnaan Gram

Biakan bakteri dari media EMB diambil sebanyak 1 ose, kemudian dioleskan pada kaca preparat dan difiksasi preparat di atas api bunsen. Preparat diberi 1 tetes kristal violet dan dibiarkan selama 30 detik. Preparat diailiri dengan aquades secara perlahan. Setelah itu diberi 1 tetes lugol dan dibiarkan selama 1 menit. Preparat dialiri dengan aquades secara perlahan kemudian diteteskan alkohol 96% dan dibiarkan selama 30 detik. Preparat dibilas lagi dengan aquades

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

mengalir secara perlahan sampai tidak ada warnanya. Kemudian diberi 1 tetes safranin dan didiamkan selama 1 menit. Preparat dialiri dengan aquades secara perlahan kemudian dikering-anginkan dan diamati menggunakan mikroskop (Mansauda dkk., 2014).

4. Identifikasi Bakteri *Coliform* dengan Uji Biokimia

a. Uji Indol

Media MIO dilarutkan ke dalam erlenmeyer berisi aquades dan dipanaskan hingga mendidih kemudian dituang sebanyak 8 ml pada masing-masing tabung reaksi. Kemudian dilakukan sterilisasi media-media tersebut ke dalam autoklaf yang sudah diatur dengan tekanan 1 atm dan suhu 121°C selama 45 menit. Bakteri pada media EMB diinokulasikan ke dalam masing-masing tabung reaksi menggunakan jarum ose dan diinkubasi selama 24 jam. Kemudian ditetesi reagen Kovac secara perlahan dan diamati perubahan yang terjadi. Apabila terbentuk cincin merah pada permukaan maka hasil uji positif (Nuria dkk., 2009).

b. Uji MR/VP (*Methyl Red/ Voges Proskauer*)

Media MR/VP dilarutkan ke dalam Erlenmeyer berisi aquades dan dipanaskan hingga mendidih kemudian dituang sebanyak 5 ml pada tabung reaksi (1 sampel 2 tabung media). Kemudian dilakukan sterilisasi media-media tersebut ke dalam autoklaf yang sudah diatur dengan tekanan 1 atm dan suhu 121°C selama 45 menit. Masing-masing tabung reaksi diinokulasikan bakteri dari media EMB dan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

diinkubasi selama 24 jam. Pada uji MR ditambahkan 5 tetes indikator metil merah, sedangkan pada uji VP ditambahkan 3 tetes 5% α-napthol dan 2 tetes 40% KOH. Hasil positif apabila pada media di dalam tabung reaksi terbentuk warna merah (Nuria dkk., 2009).

c. Uji Sitrat

Media SCA (*Simmons Citrate Agar*) dilarutkan ke dalam erlenmeyer berisi aquades dan dipanaskan hingga mendidih kemudian dituang sebanyak 8 ml pada masing-masing tabung reaksi. Dilakukan sterilisasi media-media tersebut ke dalam autoklaf yang sudah diatur dengan suhu 121°C dan tekanan 1 atm selama 45 menit. Kemudian media didinginkan dengan memposisikan tabung secara miring 45°. Bakteri yang tumbuh pada media EMB diinokulasikan ke dalam masing-masing tabung reaksi menggunakan jarum ose dengan cara streak pada permukaan media. Kemudian diinkubasi selama 24 jam dan diamati perubahan yang terjadi. Hasil positif pada uji sitrat adalah adanya perubahan warna media menjadi biru (Nuria dkk., 2009).

3.5. Analisis Data

Data yang didapatkan berupa nilai MPN (*Most Probable Number*), dan karakteristik bakteri *Coliform* berdasarkan pewarnaan gram dan uji biokimia yang selanjutnya dianalisis secara deskriptif. Analisis data dilakukan dengan mendeskripsikan hasil dari masing-masing uji pada

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

sampel air hujan di tempat Penampungan Air Hujan (PAH). Identifikasi bakteri *Coliform* dilakukan dengan mengacu pada buku *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology Second Edition Volume Two* (Brenner *et al.*, 2005) dan buku *Cowan and Steel's Manual for The Identification of Medical Bacteria Third Edition* (Barrow & Feltham, 1993).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4. 1. Lokasi Pengambilan Sampel

Kabupaten Lamongan merupakan salah satu Kabupaten yang berada di Provinsi Jawa Timur. Kabupaten Lamongan terletak di antara 112°4'41" sampai 112°33'12" Bujur Timur dan 6°51'54" sampai 7°23'6" Lintang Selatan, memiliki luas wilayah 1.812.80 km^{2} yang dilalui oleh Sungai Bengawan Solo dengan panjang sekitar 5 km^{2} dan terdiri dari dataran rendah, serta memiliki panjang pantai sekitar 47 km^{2}. Kabupaten Lamongan memiliki iklim tropis dengan dua musim yaitu musim kemarau dan musim hujan. Pada bulan Mei sampai Oktober terjadi musim kemarau, sedangkan pada bulan November sampai April terjadi musim hujan (Dinas Kesehatan Kabupaten Lamongan, 2017).

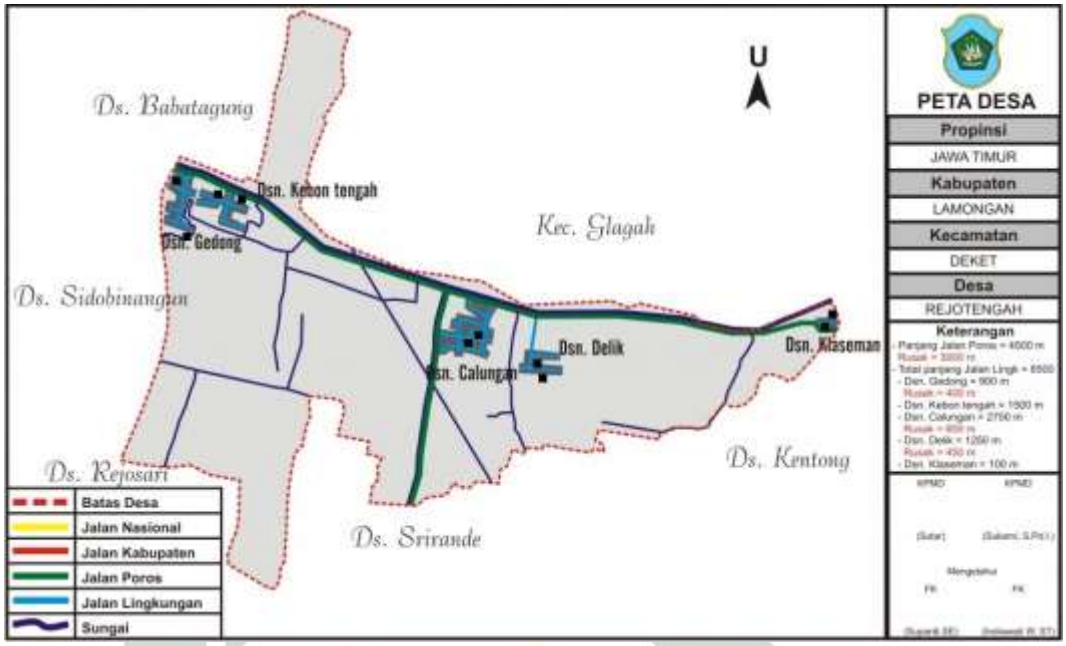
Secara umum, di Kabupaten Lamongan terdapat 2 macam kebutuhan air yaitu untuk pemenuhan keperluan rumah tangga (domestik) dan keperluan non rumah tangga (non domestik). Keperluan domestik merupakan kebutuhan masyarakat untuk mandi, memasak, mencuci, dan kakus. Sedangkan keperluan non domestik merupakan kebutuhan masyarakat untuk kegiatan ekonomi seperti hotel, industri, perkantoran, rumah makan, penginapan, pertokoan, rumah sakit, puskesmas, tempat ibadah, sekolah, dan lain-lain. Penyediaan dan pembangunan layanan air bersih ditujukan pada daerah-daerah yang kekurangan air bersih dengan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

harapan kebutuhan air bersih yang diperoleh masyarakat memenuhi syarat kesehatan dan sesuai baku mutu air. Air bersih yang sehat apabila memenuhi kelayakan secara kimia, fisik, dan bakteriologis (Perda Kabupaten Lamongan, 2017).

Desa Rejotengah adalah salah satu desa yang terletak di Kecamatan Deket Kabupaten Lamongan. Desa Rejotengah terletak antara 122°4’4” sampai 122°33’12” Bujur Timur dan 6°51’54” sampai 7°23’6” Lintang Selatan. Desa ini memiliki topografi berupa dataran sedang sekitar 25 mdpl dan terdiri atas tanah vertisol, yaitu berwarna gelap, mengalami keretakan ketika kering, dan berupa lumpur ketika basah. Desa Rejotengah memiliki jumlah penduduk sebanyak 2.175 jiwa, terdiri atas 1.105 laki-laki dan 1.070 perempuan dengan jumlah rumah sebanyak 431 yang tersebar di 5 dusun, yaitu Dusun Gedong, Kebontengah, Calungan, Delik, dan Klaseman (Rejotengah, 2018). Masyarakat di desa ini umumnya menggunakan air hujan sebagai sumber air bersih untuk memasak dan minum. Air hujan ditampung pada sebuah tempat Penampungan Air Hujan (PAH) yang terbuat dari susunan bata, pasir, dan semen. Jumlah PAH di desa ini hampir ada di seluruh rumah warga yaitu sebanyak 359 buah.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 4.1. Peta Desa Rejotengah
Sumber: Lamongankab.go.id

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui nilai MPN dari sampel air hujan sehingga dapat mengetahui kualitasnya secara bakteriologis serta mengidentifikasi jenis bakteri *Coliform* yang terdapat di dalamnya. Sampel yang digunakan berasal dari tempat Penampungan Air Hujan (PAH) yang masih aktif digunakan untuk keperluan sehari-hari. Sampel yang digunakan dalam penelitian sebanyak 10 sampel yang diambil dari 5 dusun. Sampel yang diambil dari setiap dusun masing-masing sebanyak 2 sampel. Sampel diambil dari Dusun Gedong, Dusun Kebontengah, Dusun Calungan, Dusun Delik, dan Dusun Klaseman Desa Rejotengah Kecamatan Deket Kabupaten Lamongan (Gambar 4.1). Sampel kemudian dianalisis di laboratorium dengan metode MPN dan pewarnaan gram dan uji biokimia untuk mengidentifikasi bakteri *Coliform*.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

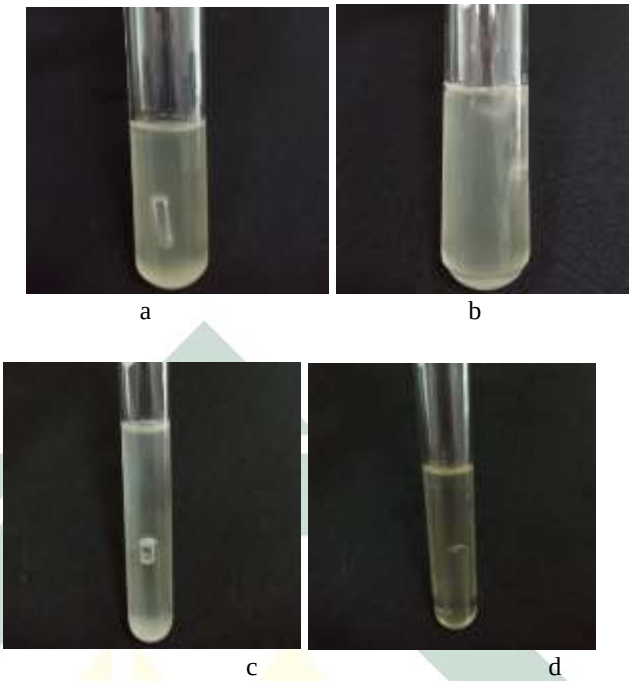
4. 2. Analisis Bakteri *Coliform* dengan Metode MPN

Pengujian kualitas air hujan di Penampungan Air Hujan (PAH) dalam penelitian ini menggunakan metode MPN. Ragam yang digunakan dalam penelitian ini yaitu ragam 3-3-3 karena sampel yang digunakan merupakan air bersih, sehingga kandungan bakterinya tidak terlalu padat. Pemilihan ragam bergantung pada jenis sampel yang akan dilakukan uji berdasarkan tingkat kepadatan bakteri dalam sampel (Kamaliah, 2017). Pengujian MPN pada penelitian ini ada 3 tahapan uji yang dilakukan, yaitu uji penduga (*presumptive test*), uji penguat (*confirmed test*), dan uji pelengkap (*completed test*).

4.1.1. Uji penduga (*presumptive test*)

Media yang digunakan dalam uji ini adalah media *Lactose Broth* (LB). Media LB pada uji penduga terdapat dua macam, yaitu LBSS (*Lactose Broth Single Strenght*) dan LBDS (*Lactose Broth Double Strength*) (Gambar 4.2.). Media LBSS dan LBDS memiliki konsentrasi nutrisi yang berbeda dimana kandungan nutrisi LBDS lebih besar daripada LBSS. Perbedaan konsentrasi nutrisi tersebut dikarenakan jumlah sampel yang dimasukkan pada uji penduga berbeda-beda (Budiono dkk. 2018). Media LBSS digunakan untuk sampel dengan jumlah yang sedikit, sedangkan media LBDS untuk sampel yang jumlahnya lebih banyak karena nutrisi yang dibutuhkan juga banyak (Cahya dkk. 2019).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 4.2. Uji penduga (*presumptive test*) (a)Tabung positif LBDS; (b) Tabung negatif LBDS; (c) Tabung positif LBSS; (d) Tabung negatif LBSS
Sumber: (Dokumentasi pribadi, 2020)

Kandungan media LB meliputi ekstrak beef, pepton, dan laktosa yang merupakan nutrisi untuk digunakan metabolisme (fermentasi) oleh bakteri *Coliform*. Kemampuan bakteri *Coliform* memfermentasikan laktosa mampu menghasilkan gelembung gas dan kekeruhan dalam tabung (Alang, 2014). Laktosa yang difermentasikan bakteri diubah menjadi asam laktat. Kekeruhan pada media laktosa disebabkan karena meningkatnya asam yang menyebabkan komponen laktosa menggumpal, sedangkan gas berasal dari hasil fermentasi laktosa membentuk gas CO_2. Gas CO2 nantinya akan terperangkap dalam tabung durham yang dipasang terbalik

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

sehingga di dalam tabung durham terdapat gelembung (Kamaliah, 2017).

Gas CO_2 yang terdorong masuk ke dalam tabung durham dikarenakan tabung reaksi dalam keadaan tertutup rapat (Putri & Kurnia, 2018). Ketika tabung diinkubasi selama 24 jam, gelembung di dalam tabung durham akan terbentuk jika sampel yang diinokulasi menunjukkan hasil yang positif (Gambar 4.2 a dan Gambar 4.2 c). Apabila dalam waktu 24 jam tabung belum menunjukkan hasil positif maka dapat dilakukan inkubasi selama 48 jam. Namun apabila dalam inkubasi 48 jam tidak terbentuk hasil positif, maka sampel dinyatakan negatif atau tidak mengandung bakteri *Coliform* (Gambar 4.2 b dan Gambar 4.2 d). Hasil positif ditunjukkan dengan terbentuknya gas di dalam tabung durham dan kekeruhan media, sedangkan hasil negatif tidak ditandai dengan terbentuknya gas dan kekeruhan media. Hal ini sesuai dengan Rizki dkk. (2013) yang menyatakan bahwa hasil positif ditandai dengan terbentuknya gelembung di dalam tabung durham dan kekeruhan media.

Berdasarkan hasil penelitian, sampel 1, 2, 3, 5, 6, 9, dan 10 menunjukkan hasil positif pada semua seri tabung. Sampel 4 terdapat 3 tabung negatif pada pengenceran 0,1 ml dan 1 tabung negatif pada pengenceran 1 ml. Sampel 7 terdapat 1 tabung negatif pada pengenceran 0,1 ml, dan sampel 8 terdapat 2

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

tabung negatif pada pengenceran 0,1 ml. Perbedaan jumlah tabung positif pada masing-masing sampel menunjukkan tingkat cemaran bakteri *Coliform* yang berbeda. Banyaknya tabung positif yang didapatkan menunjukkan tingkat cemaran yang tinggi.

Tingkat keberadaan bakteri *Coliform* pada uji penduga masih rendah. Beberapa jenis bakteri lain masih dapat tumbuh pada uji penduga, sehingga keberadaan bakteri *Coliform* masih dalam pendugaan. Oleh karena itu hasil tabung positif dalam uji ini dilanjutkan ke uji penguat untuk memastikan keberadaan bakteri *Coliform* dengan menggunakan media selektif differensial (Kamaliah, 2017).

4.1.2. Uji penguat (*confirmed test*)

Media yang digunakan dalam uji ini adalah media *Brilliant Green Lactose Broth* (BGLB). Media BGLB mengandung laktosa, pepton, empedu dan *brillian green*. Kandungan empedu dan *brillian green* pada media ini mampu menghambat pertumbuhan bakteri gram positif (Habibah, 2016). Kandungan laktosa dalam media BGLB hanya dapat difermentasikan oleh bakteri *Coliform* dan diubah menjadi asam suksinat dan fumarat yang kemudian diikuti pembentukan O_2 oleh bakteri *Coliform* fakultatif anaerob, dan pembentukan CO_2 oleh bakteri *Coliform* aerob (Atlas, 1997). Hasil positif

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

ditunjukkan dengan terbentuknya gas di dalam tabung durham dan kekeruhan media (Gambar 4.3 a), sedangkan hasil negatif tidak ditandai dengan terbentuknya gas dan kekeruhan media (Gambar 4.3 b). Hal ini sesuai dengan Rizki dkk. (2013) yang menyatakan bahwa hasil positif ditandai dengan terbentuknya gelembung di dalam tabung durham dan kekeruhan media.

a b

Gambar 4.3. Uji penguat (*confirmed test*) (a) Tabung positif; (b) Tabung negatif
Sumber: (Dokumentasi pribadi, 2020)

Hasil tabung positif pada uji penduga yang dilanjutkan dengan uji penguat menunjukkan bahwa jumlah tabung positif yang terbentuk sama dengan pada uji penduga. Semua tabung positif yang diuji menunjukkan adanya gelembung gas di dalam tabung durham dan kekeruhan media BGLB. Sampel 1, 2, 3, 5, 6, 9, dan 10 menunjukkan hasil positif pada semua seri tabung, sedangkan sampel 4, 7, dan 8 menunjukkan bahwa pada seri tabung terdapat hasil negatif.

Tabung positif yang diperoleh kemudian dicocokan dengan tabel MPN (Lampiran 4) untuk mengetahui nilai MPN dari masing-masing sampel. Nilai MPN dapat digunakan untuk

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

mengetahui jumlah bakteri per 100 ml (Rizki dkk., 2013). Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata sampel memiliki nilai MPN yang tinggi. Sampel 1, 2, 3, 5, 6, 9, dan 10 memiliki nilai MPN sebesar 2400 per 100 ml. Sedangkan pada sampel 4 sebesar 93 per 100 ml, sampel 7 sebesar 1100 per 100 ml, dan sampel 8 sebesar 460 per 100 ml. Nilai MPN terendah sebesar 93 per 100 ml terdapat pada sampel 4, sedangkan nilai MPN tertinggi sebesar 2400 per 100 ml terdapat pada sampel 1, 2, 3, 5, 6, 9, dan 10. Nilai MPN merupakan perkiraan jumlah unit tumbuhnya bakteri atau unit pembentuk koloni (*colony forming unit*) dalam sampel uji. Nilai MPN juga diartikan sebagai perkiraan jumlah individu bakteri (Yuliana & Amin, 2016).

Nilai MPN pada penelitian sampel air hujan pada Penampungan Air Hujan (PAH) Desa Rejotengah yang telah diuji menunjukkan jumlah bakteri *Coliform* yang cukup tinggi. Nilai MPN tersebut menunjukkan bahwa semua sampel yang diuji melebihi standar baku mutu yang ditetapkan pemerintah. Menurut Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32. Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, *Solus* Per Aqua, dan Pemandian Umum, standar baku mutu untuk bakteri *Escherichia coli* sebesar 0 per

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

100 ml, sedangkan untuk total *Coliform* sebesar 50 per 100 ml (Menkes RI, 2017).

Beberapa penelitian yang menguji sampel air hujan di Penampungan Air Hujan (PAH) menunjukkan adanya cemaran bakteri *Coliform*. Penelitian Asyfiradayati (2017) menemukan adanya kontaminasi bakteri *Coliform* dalam sampel air hujan pada Penampungan Air Hujan (PAH) di Desa Plosobuden Kecamatan Deket Kabupaten Lamongan. Hasil penelitiannya menyatakan bahwa sampel yang memenuhi standar baku mutu pemerintah adalah sampel 1 dengan nilai MPN 16 dan 0 per 100 ml, sedangkan sampel 2 dan 3 melebihi standar baku yaitu >2400 per 100 ml. Penelitian Anuar dkk. (2015) juga menunjukkan bahwa sampel air hujan di Penampungan Air Hujan (PAH) di Kecamatan Bangko Bagansiapiapi terkontaminasi keberadaan bakteri *Coliform* yang melebihi baku mutu pemerintah. Nilai MPN dari hasil penelitiannya pada sampel stasiun I dan II sebesar 1,8 per 100 ml dan sampel stasiun III sebesar <1,8 per 100 ml. Begitu juga dengan penelitian yang dilakukan Lee *et al.* (2010) di Gangneung, Korea Selatan terdapat cemaran *Coliform*. Sampel air hujan diuji menggunakan teknik membran filter. Hasil penelitiannya menunjukkan nilai 91,6% yang melebihi standar baku mutu. Cemaran *Coliform* pada sampel meningkat pada musim gugur. Hal tersebut kemungkinan berasal dari kotoran

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

yang masuk ke dalam tangki PAH, atau juga dapat disebabkan dari binatang atau serangga yang mati akibat aktifitas manusia di atap penampungan, serta dapat diakibatkan daerah tangkapan tidak dibersihkan secara teratur pada musim gugur.

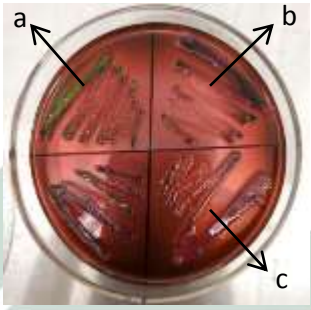
4.1.3. Uji pelengkap (*completed test*)

Media yang digunakan dalam uji pelengkap yaitu *Eosin Methylene Blue* (EMB) *Agar*. Media EMB memiliki komposisi laktosa, sukrosa, pepton, *methylene blue* dan eosin Y. Media EMB merupakan media selektif mengandung *methylene blue* yang mengakibatkan pertumbuhan bakteri gram positif dapat terhambat. Sebagian besar bakteri gram negatif terutama *Coliform* dapat memfermentasikan gula yang terkandung pada media ini. Selain itu, sukrosa dan laktosa juga berfungsi untuk membedakan antara bakteri *Coliform* yang mampu memfermentasikan sukrosa lebih cepat daripada laktosa, dan yang tidak dapat memfermentasikan sukrosa (Juwita dkk., 2014). Eosin Y dan *methylene blue* pada media EMB merupakan pewarna yang bergabung untuk membentuk kompleks pada pH asam dan menghambat bakteri gram positif, kemudian ketika media sekitar koloni menjadi asam, eosin berubah warna menjadi ungu gelap (Saridewi dkk, 2016).

Berdasarkan hasil uji pelengkap dapat dilihat adanya koloni bakteri *Coliform* yang tumbuh pada media EMB. Koloni

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

bakteri yang tumbuh dapat diamati berdasarkan warna koloni yang terbentuk. Koloni yang terbentuk pada penelitian ini yaitu berwarna hijau metalik, ungu, dan pink (Gambar 4.4).



Gambar 4.4. Uji pelengkap (*completed test*)
Keterangan : a : Koloni Hijau metalik
b :Koloni Ungu
c :Koloni pink
Sumber: (Dokumentasi pribadi, 2020)

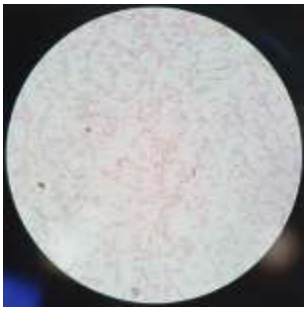
Koloni hijau metalik dan ungu menunjukkan bahwa bakteri yang tumbuh mampu memfermentasikan laktosa, seperti *Enterobacter* sp. dan *Escherichia coli* yang biasanya disertai kilap logam. Sedangkan koloni berwarna pink menunjukkan bahwa bakteri yang tumbuh tidak mampu memfermentasikan laktosa seperti *Salmonella* sp. dan *Shigella* sp. (Wicaksono, 2016).

4. 3. Identifikasi Bakteri *Coliform*

4.3.1. Pengamatan Mikroskopis (Pewarnaan Gram)

Berdasarkan hasil pengamatan secara mikroskopis, koloni berwarna hijau metalik, ungu, dan pink menunjukkan bakteri berbentuk batang dan bersifat gram negatif. Bakteri bersifat gram negatif ditunjukan dengan warna merah pada sel bakteri (Gambar 4.5.).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 4.5. Pewarnaan Gram negatif perbesaran 1000x
Sumber: (Dokumentasi pribadi, 2020)

Larutan yang digunakan untuk pewarnaan gram yaitu kristal violet, lugol, alkohol, dan safranin. Kristal violet merupakan pewarna utama, larutan lugol untuk meningkatkan pengikatan warna oleh bakteri, alkohol sebagai larutan pencuci, dan safranin sebagai pewarna tandingan. Sel bakteri akan menyerap pewarna ketika ditambahkan pewarna kristal violet yang berwarna ungu. Interaksi antara kristal violet dengan sel bakteri semakin kuat dengan penambahan lugol. Pencucian dengan alkohol menyebabkan dinding sel bakteri gram negatif kehilangan kompleks kristal violet dan lugol karena lapisan peptidoglikannya yang tipis sehingga menjadi tidak berwarna. Bakteri gram negatif akan menyerap warna merah ketika ditambahkan pewarna safranin (Hidayat, 2015).

Alkohol meningkatkan porositas dinding sel bakteri gram negatif dengan melarutkan lipid lapisan luar sehingga kompleks kristal violet lebih mudah dihilangkan dari lapisan peptidoglikan. Pencucian dengan alkohol menyebabkan pelepasan kompleks kristal violet yang tidak terikat sehingga sel bakteri menjadi

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

kehilangan warna. Oleh karena itu sel-sel bakteri gram negatif dapat menyerap pewarna tandingan (Rahayu & Gumilar, 2017).

4.3.2. Uji Biokimia

Uji biokimia yang digunakan dalam penelitian ini yaitu IMViC (*Indole, Mr, Vp, Citrate*). Uji Indol digunakan untuk mengetahui kemampuan mikroorganisme dalam mereduksi asam triptofan menghasilkan indol. Triptofan merupakan asam amino yang dapat menghasilkan indol, asam piruvat, dan amonia esensial dari hasil oksidasi beberapa bakteri (Hemraj *et al.,* 2013). Asam amino triptofan biasanya terdapat pada protein, sehingga dapat digunakan dengan mudah oleh mikroorganisme sebagai sumber energi (Cappuccino & Sherman, 2005). Bakteri yang mampu menghasilkan indol mengandung enzim triptofanase. Enzim triptofanase merupakan katalis pengurai gugus indol dalam asam amino triptofan (Ulfa dkk., 2016).

Pada penelitian ini, media yang digunakan adalah media *Motility Indole Ornithine* (MIO). Media MIO mengandung ekstrak yeast, pepton, tryptone, L-ornithine HCL, *dextrose*, agar, dan *bromcresol purple* (Hemraj *et al.,* 2013).

Berdasarkan hasil penelitian, sampel isolat bakteri yang diuji menunjukkan hasil positif pada 14 sampel dan hasil negatif pada 32 sampel. Hasil positif ditunjukkan dengan terbentuknya cincin warna merah pada permukaan media setelah ditambahkan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

reagen Kovacs. Sedangkan hasil negatif ditunjukkan dengan terbentuknya cincin berwarna kuning (Gambar 4.6.). Hal ini sesuai dengan penelitian Adityawarman (2012) yang menyatakan bahwa hasil positif pada uji indol ditandai dengan terbentuknya warna merah pada media setelah ditetesi larutan Kovacs. Menurut Cappuccino & Sherman (2005), cincin merah terbentuk karena indol pada media diekstrak ke dalam lapisan reagen oleh komponen asam butanol dan membentuk kompleks dengan *p-dimethylaminobenzaldehyde*. Reagen Kovacs memiliki kandungan amil alkohol sehingga bereaksi dengan indol dan dapat menyebabkan perubahan warna menjadi merah (Adityawarman, 2012).

a b

Gambar 4. 6. Uji indol a). Tabung positif b). Tabung negatif
Sumber: (Dokumentasi pribadi, 2020)

Uji MR merupakan uji yang digunakan untuk mengetahui kemampuan bakteri dalam memfermentasikan glukosa menghasilkan metilen glikon (Bambang dkk., 2014). Media yang digunakan pada uji ini adalah media MrVp (*Methyl Red-Voges Proskauer*) yang mengandung glukosa, pepton, dan buffer fosfat (Hemraj *et al.*, 2013). Metilen glikon dihasilkan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

bakteri melalui proses fermentasi glukosa yang terkandung dalam media. Terbentuknya metilen glikon (asam campuran) pada media akan menurunkan pH sampai 5,0 atau bahkan lebih rendah (Rahayu & Gumilar, 2017). Penambahan indikator *methyl red* ke dalam biakan bakteri setelah diinkubasi menunjukkan adanya perubahan pH menjadi asam. *Methyl red* berwarna merah pada lingkungan dengan pH 4,4 dan berwarna kuning pada lingkungan dengan pH 6,2 (Saridewi dkk, 2016).

Berdasarkan penelitian, sampel isolat bakteri yang diuji menunjukkan hasil positif pada 25 sampel dan hasil negatif pada 21 sampel Hasil positif ditunjukkan dengan perubahan warna media menjadi merah setelah ditambahkan indikator *methyl red*. Sedangkan hasil negatif ditunjukkan dengan tidak berubahnya warna media atau tetap berwarna kuning (Gambar 4.7.). Hal ini sesuai dengan penelitian Wahyuni dkk. (2018) yang menyatakan bahwa hasil positif ditandai dengan berubahnya media berwarna merah.

a b

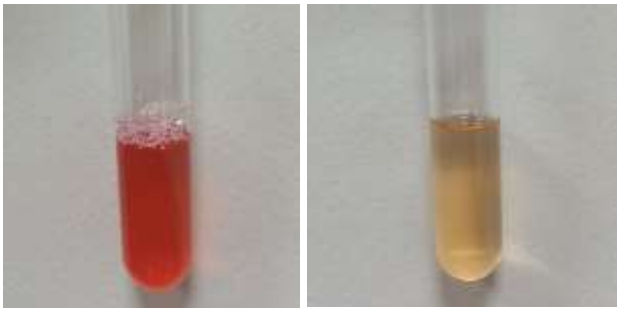
Gambar 4.7. Uji Methyl Red a). Tabung positif b). Tabung negatif
Sumber: (Dokumentasi pribadi, 2020)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Uji VP merupakan uji yang digunakan untuk mengetahui kemampuan bakteri dalam memfermentasikan glukosa membentuk asetil metil karbinol (asetoin) (Bambang dkk., 2014). Media yang digunakan pada uji ini sama dengan uji Mr yaitu media MrVp (*Methyl Red-Voges Proskauer*) yang mengandung glukosa, pepton, dan buffer fosfat (Hemraj *et al.*, 2013). Penambahan KOH pada media akan membentuk senyawa (asetoin) *acetylmethylcarbinol*, namun proses tersebut tergantung pada pemecahan glukosa yang terjadi, apabila glukosa pecah maka akan bereaksi dengan *alpha-naphtol* (Saridewi dkk, 2016).

Berdasarkan hasil penelitian, sampel isolat bakteri yang diuji menunjukkan hasil positif pada 27 sampel dan hasil negatif pada 19 sampel. Hasil positif ditunjukkan dengan perubahan warna media menjadi merah setelah ditambahkan reagen *alpha-naphtol* dan KOH. Sedangkan hasil negatif ditunjukkan dengan tidak adanya perubahan warna media atau tetap berwarna kuning (Gambar 4.8.). Hal ini sesuai dengan penelitian Wahyuni dkk. (2018) yang menyatakan bahwa hasil positif ditandai dengan berubahnya media berwarna merah, sedangkan hasil negatif berwarna kuning atau tidak berwarna.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



a b

Gambar 4.8. Uji Voges Proskauer a). Tabung positif b). Tabung negatif
Sumber: (Dokumentasi pribadi, 2020)

Uji sitrat bertujuan untuk mengetahui kemampuan bakteri dalam memanfaatkan sitrat sebagai satu-satunya sumber karbon (Bambang dkk., 2014). Media yang digunakan adalah *Simmons Citrate Agar* yang mengandung natrium sitrat sebagai sumber karbon tunggal dan amonium fosfat sebagai sumber nitrogen tunggal. Komposisi media ini meliputi magnesium sulfat, ammonium dihydrogen fosfat, natrium amonium sulfat, natrium sitrat, natrium klorida, bromthymol blue, dan agar (Leboffe & Pierre, 2011).

Sitrat dihasilkan oleh enzim sitrase dengan mengubah asam oksalo-asetat dan asetat menjadi asam piruvat dan CO_2 melalui proses enzimatis. Selama reaksi tersebut media menjadi bersifat basa karena CO_2 yang berikatan dengan Na dan air membentuk sodium carbonat (Na2CO3). Dengan adanya Natrium karbonat akan mengubah indikator *bromthymol blue* pada media yang menyebabkan perubahan warna media dari hijau menjadi biru tua (biru prusia) (Cappuccino & Sherman, 2005).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Berdasarkan hasil penelitian, sampel isolat bakteri yang diuji menunjukkan hasil positif pada 39 sampel dan hasil negatif pada 7 sampel. Hasil positif ditunjukkan dengan perubahan warna media menjadi biru yang berarti bakteri menggunakan sitrat sebagai sumber karbon. Sedangkan hasil negatif ditunjukkan dengan tidak adanya perubahan warna media atau tetap berwarna hijau yang berarti bakteri tidak dapat menggunakan sitrat sebagai sumber karbon (Gambar 4.9.). Hal ini sesuai dengan penelitian Wahyuni dkk. (2018) yang menyatakan bahwa hasil positif ditandai dengan berubahnya media dari warna hijau menjadi biru.

a b

Gambar 4.9. Uji sitrat a). Tabung positif b). Tabung negatif
Sumber: (Dokumentasi pribadi, 2020)

4.3.3. Penentuan jenis bakteri *Coliform*

Berdasarkan hasil dari pewarnaan gram dan uji biokimia (*Indole, Methyl Red, Voges Proskauer, Citrate*) yang telah dilakukan, maka dapat diidentifikasi jenis bakteri *Coliform* pada sampel air hujan di tempat Penampungan Air Hujan (PAH). Sembilan isolat bakteri berhasil diperoleh dari 10 sampel air hujan di PAH yang telah diteliti. Isolat-isolat bakteri tersebut

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

memiliki ciri mikroskopis bersifat gram negatif dan berbentuk batang, serta memiliki ciri biokimia yang berbeda-beda.

Kode isolat bakteri A_1 memiliki koloni berwarna hijau metalik, gram negatif, berbentuk batang, indol positif, Mr positif, Vp negatif, dan Sitrat negatif. Ciri-ciri tersebut menunjukkan bahwa bakteri yang ditemukan adalah *Escherichia coli*. Menurut buku *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology Second Edition Volume Two*, bakteri *Escherichia coli* merupakan gram negatif, berbentuk batang, dan dapat memfermentasikan laktosa (Brenner *et al.*, 2005). Menurut buku *Cowan and Steel's Manual for The Identification of Medical Bacteria Third Edition*, uji biokimia bakteri *E. coli* menunjukkan hasil indol positif, Mr positif, Vp negatif, dan Sitrat negatif (Barrow & Feltham, 1993). Bakteri *E. coli* merupakan mikroflora normal yang terdapat pada saluran pencernaan dan sering ditemukan terdapat dalam air akibat cemaran feses manusia atau hewan (Kornacki & Johnson, 2001). Bakteri *E. coli* yang berada pada usus manusia dapat menekan pertumbuhan bakteri patogen, membantu proses pencernaan makanan, dan membantu produksi vitamin K yang berfungsi untuk pembekuan darah saat terjadi pembekuan darah (Pourbakhsh *et. al*, 1997). Namun, apabila jumlahnya berlebih maka dapat menyebabkan penyakit diare, bahkan apabila bakteri

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

ini masuk ke sistem atau organ tubuh, maka dapat terjadi infeksi (Sutiknowati, 2016).

Kode isolat bakteri A_2 memiliki koloni berwarna hijau metalik, gram negatif, berbentuk batang, indol negatif, Mr negatif, Vp positif, dan Sitrat positif. Ciri-ciri tersebut menunjukkan bahwa bakteri yang ditemukan adalah *Enterobacter* sp. Kode isolat A_3 memiliki koloni berwarna hijau metalik, gram negatif, berbentuk batang, indol negatif, Mr positif, Vp positif, dan Sitrat positif. Kode isolat bakteri B_3 memiliki koloni berwarna ungu, gram negatif, berbentuk batang, indol negatif, Mr negatif, Vp positif, dan Sitrat positif. Kode isolat bakteri B_4 memiliki koloni berwarna ungu, gram negatif, berbentuk batang, indol negatif, Mr positif, Vp positif, dan Sitrat positif. Ciri-ciri tersebut menunjukkan bahwa bakteri yang ditemukan adalah *Enterobacter* sp.

Isolat bakteri A_2 dan A_3 sama-sama memiliki koloni berwarna hijau metalik, namun ketika dilakukan uji biokimia ternyata memberikan hasil yang berbeda. Koloni bakteri berwarna hijau metalik pada kebanyakan penelitian menunjukkan adanya bakteri *Escherichia coli*. Namun pada penelitian ini menemukan koloni berwarna hijau metalik namun pada uji biokimia tidak memberikan hasil bahwa bakteri yang tumbuh adalah *E.coli* melainkan bakteri *Enterobacter*. Hal

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

tersebut kemungkinan bahwa ada spesies bakteri *Enterobacter* yang dapat membentuk koloni seperti *Escherichia coli*. Menurut Michael dkk. (2010), bakteri yang dapat memfermentasikan laktosa menunjukkan koloni berwarna hijau metalik pada media EMB. Selain itu, umumnya bakteri *Coliform* mampu memfermentasikan laktosa dan menghasilkan asam. Keadaan ini mengakibatkan indikator eosin Y yang awalnya berwarna bening menjadi ungu gelap disertai kilap logam karena media berubah menjadi asam (Juwita dkk., 2014).

Menurut buku *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology Second Edition Volume Two*, bakteri genus *Enterobacter* merupakan gram negatif, berbentuk batang lurus, fakultatif anaerob, dan dapat memfermentasikan lactosa, sukrosa dan glukosa (Brenner *et al.*, 2005). Menurut buku *Cowan and Steel's Manual for The Identification of Medical Bacteria Third Edition*, uji biokimia bakteri *Enterobacter* pada beberapa spesies ada yang menunjukkan hasil indol negatif, Mr negatif, Vp positif, dan sitrat positif dan ada juga yang menunjukkan hasil indol negatif, Mr positif, Vp positif, dan sitrat positif (Barrow & Feltham, 1993).

Bakteri *Enterobacter* merupakan bakteri yang tersebar luas di alam yang dapat ditemukan pada air, tanah, susu, flora normal pada usus hewan dan manusia. *Enterobacter* terutama *E.*

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

aerogenes dan *E. cloacae* dianggap sebagai patogen oportunistik dan dikaitkan dengan infeksi nosokomial. *Enterobacter* dapat menyebabkan infeksi seperti pneumonia, abses otak, meningitis, infeksi saluran kemih, septisemia, infeksi usus, dan infeksi pasca operasi (Wijayaningrum, 2017).

Kode isolat bakteri A_4 memiliki koloni berwarna hijau metalik, gram negatif, berbentuk batang, indol positif, Mr positif, Vp negatif, dan Sitrat positif. Ciri-ciri tersebut menunjukkan bahwa bakteri yang ditemukan adalah *Citrobacter* sp. Beberapa strain dari bakteri *Citrobacter* akan mengeluarkan warna hijau metalik apabila dipantulkan oleh cahaya karena kandungan *methylene blue* pada media dari tingginya asam yang dihasilkan dari proses fermentasi (Saridewi dkk., 2016).

Menurut buku *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology Second Edition Volume Two*, bakteri genus *Citrobacter* merupakan gram negatif, berbentuk batang lurus, fakultatif anaerob, dapat memfermentasikan glukosa dan ada juga yang memfermentasikan laktosa (Brenner *et al.*, 2005). Menurut buku *Cowan and Steel's Manual for The Identification of Medical Bacteria Third Edition*, uji biokimia bakteri *Citrobacter* sp. menunjukkan hasil indol positif, Mr positif, Vp negatif, dan sitrat positif (Barrow & Feltham, 1993).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Bakteri ini umumnya dapat ditemukan di air, tanah, makanan dan saluran usus hewan dan manusia (Jones et.al, 2000). *Citrobacter* bersifat enterotoksigenik dan dapat menginfeksi seluruh tubuh, terutama pada saluran kemih, meningitis, dan abses otak (Ekawati, 2018).

Kode isolat bakteri B_1 memiliki koloni berwarna ungu, gram negatif, berbentuk batang, indol negatif, Mr positif, Vp negatif, dan Sitrat positif. Ciri-ciri tersebut menunjukkan bahwa bakteri yang ditemukan adalah *Klebsiella* sp. Sedangkan kode isolat B_2 memiliki koloni berwarna ungu, gram negatif, berbentuk batang, indol positif, Mr positif, Vp positif, dan Sitrat positif. Ciri-ciri tersebut menunjukkan bahwa bakteri yang ditemukan adalah *Klebsiella oxytoca*.

Isolat bakteri B_1 dan B_2 sama-sama memiliki koloni berwarna ungu, namun ketika dilakukan uji biokimia ternyata memberikan hasil yang berbeda. Hal ini disebabkan karena bakteri yang tumbuh berbeda spesies. Menurut Wicaksono (2016), koloni ungu menunjukkan bahwa bakteri yang tumbuh mampu memfermentasikan laktosa. Menurut buku *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology Second Edition Volume Two*, bakteri genus *Klebsiella* merupakan gram negatif, berbentuk batang lurus, fakultatif anaerob, dan dapat memfermentasikan laktosa (Brenner *et al.*, 2005). Menurut buku *Cowan and Steel's*

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Manual for The Identification of Medical Bacteria Third Edition, uji biokimia bakteri *Klebsiella* sp. menunjukan hasil indol negatif, Mr positif, Vp negatif, dan Sitrat positif, sedangkan bakteri *Klebsiella oxytoca* menunjukan hasil indol positif, Mr positif, Vp positif, dan sitrat positif (Barrow & Feltham, 1993).

Bakteri genus *Klebsiella* merupakan flora normal yang ditemukan pada mulut, hidung, dan saluran pencernaan manusia dan hewan, namun bakteri ini juga dapat menjadi patogen oportunistik. Bakteri dari genus *Klebsiella* dapat menyebabkan beberapa penyakit seperti pneumonia, infeksi saluran kemih, meningitis, diare, peritonitis, dan infeksi jaringan lunak (Ristuccia & Cunha). Sebagian besar spesies yang dapat menyebabkan infeksi pada manusia yaitu *Klebsiella pneumoniae* dan *Klebsiella oxytoca*. Infeksi sering terjadi pada orang yang masih sangat muda, sangat tua, dan orang yang memiliki riwayat penyakit yang mendasarinya, misalnya kanker (Bagley, 1985).

Kode isolat bakteri C memiliki koloni berwarna pink, gram negatif, berbentuk batang, indol negatif, Mr positif, Vp negatif, dan Sitrat positif. Ciri-ciri tersebut menunjukkan bahwa bakteri yang ditemukan adalah *Salmonella* sp. Menurut Wicaksono (2016), koloni bakteri berwarna pink menunjukkan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

bahwa bakteri yang tumbuh tidak mampu memfermentasikan laktosa.

Menurut buku *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology Second Edition Volume Two*, bakteri genus *Salmonella* merupakan gram negatif, berbentuk batang lurus, fakultatif anaerob, dan dapat memfermentasikan glukosa (Brenner *et al.*, 2005). Menurut buku *Cowan and Steel's Manual for The Identification of Medical Bacteria Third Edition*, uji biokimia bakteri *Salmonella* sp. menunjukkan hasil indol negatif, Mr positif, Vp negatif, dan Sitrat positif (Barrow & Feltham, 1993). merupakan bakteri yang dapat ditemukan pada usus manusia dan hewan. Penyebaran bakteri ini dapat melalui makanan atau sumber air yang tercemar feses. Penyakit yang dapat disebabkan oleh infeksi bakteri *Salmonella* disebut Salmonellosis diantaranya bakteremia, osteomielitis, infeksi saluran kemih, dan infeksi pada intestinal disertai diare, demam, dan kram perut (Putri, 2016).

Berdasarkan hasil pengamatan mikroskopis dan uji biokimia bakteri *Coliform* yang ditemukan di dalam sampel air hujan yang telah diteliti diantaranya *Escherichia coli*, *Klebsiella* sp., *Klebsiella oxytoca*, *Enterobacter* sp., *Salmonella* sp., dan *Citrobacter* sp. Penelitian yang dilakukan oleh Bahar (1998) juga menemukan adanya kontaminasi bakteri *Coliform* dalam

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

sampel air hujan pada Penampungan Air Hujan (PAH) di Desa Baso Kecamatan Baso Kabupaten Agam. Penelitiannya mengidentifikasi jenis bakteri *Coliform* yang terdapat dalam sampel air hujan di PAH. Hasil penelitiannya menemukan 6 spesies bakteri yaitu *Serratia marsescens, Pseudomonas aeruginosa, Citrobacter freundii, Enterobacter hafnia, Enterobacter aglomeraus*, dan *Alkaligenes* sp.

Bakteri *Coliform* mampu memproduksi berbagai macam racun seperti indol dan skatol yang dapat menyebabkan penyakit apabila jumlahnya berlebih di dalam tubuh serta menghasilkan zat etionin yang dapat menyebabkan kanker. Bakteri ini dapat mendeteksi patogen yang terdapat pada air seperti virus, protozoa, dan parasit (Prayitno, 2009). Berdasarkan hasil penelitian ini, nilai MPN yang diperoleh dari pengujian MPN melebihi baku mutu yang ditetapkan pemerintah yaitu >50 per 100 ml sampel. Tingginya nilai MPN menunjukkan besarnya kehadiran bakteri *Coliform* dalam sampel. Bakteri *Coliform* yang terdapat pada sampel diantaranya *Escherichia coli*, *Klebsiella* sp., *Klebsiella oxytoca*, *Enterobacter* sp., *Salmonella* sp., dan *Citrobacter* sp. Sehingga dalam segi bakteriologis, air hujan di Penampungan Hujan (PAH) pada penelitian ini tidak layak digunakan untuk keperluan sehari-hari tanpa proses pengolahan terlebih dahulu.

Berdasarkan hasil obsevasi, rata-rata masyarakat menyimpan air hujan tersebut selama musim kemarau untuk memenuhi kebutuhan air bersih.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Menurut Juwita dkk (2014), faktor waktu pengaruhnya dapat dihubungkan dengan jumlah bakteri yang tumbuh. Sel tunggal bakteri bereproduksi dengan melakukan pembelahan biner dan jumlahnya akan bertambah secara geometrik. Air hujan yang disimpan beberapa waktu jumlah bakterinya akan meningkat sehingga menyebabkan tingginya cemaran hingga melewati batas cemaran maksimum yang telah ditetapkan pemerintah.

Cara untuk mengurangi tingginya cemaran bakteri *Coliform* dalam sampel air hujan dapat dilakukan dengan menjaga kebersihan atap rumah yang digunakan untuk mengumpulkan air hujan sehingga kotoran di atap yang mengandung bakteri *Coliform* tidak ikut masuk ke dalam tempat penampungan dan menjaga kebersihan tempat penampungan dan lingkungan sekitar tempat penampungan. Selain itu juga dapat melakukan pengurasan tempat penampungan secara berkala karena lamanya waktu penyimpanan air hujan di dalam tempat penampungan dapat menyebabkan tingginya cemaran bakteri.

Air hujan merupakan air yang sangat bersih sehingga dalam pemanfaatanya harus memperhatikan kebersihannya. Sebagaimana firman Allah Swt. dalam Al Qur'an surah Al-Furqan ayat 48 yang berbunyi:

وَهُوَ الَّذِي أَرْسَلَ الرِّيَاحَ بُشْرًا بَيْنَ يَدَيْ رَحْمَتِهِ ۚ وَأَنْزَلْنَا مِنَ السَّمَاءِ مَاءً طَهُورًا

Artinya: "Dialah yang meniupkan angin (sebagai) pembawa kabar gembira sebelum kedatangan rahmatNya (hujan), dan Kami turunkan dari langit air yang sangat bersih".

Menurut tafsir Quraish Shihab, Allah-lah yang menggiring awan dengan menundukkan angin sebagai pertanda kabar gembira akan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

datangnya hujan yang merupakan rahmat dari Allah yang diberikan kepada manusia. Allah memberitahukan bahwa Dia menurunkan air yang suci dari langit kepada manusia sebagai suatu nikmat. Ayat ini menjelaskan bahwa ketika petama kali terbentuk, air hujan sangatlah bersih meskipun air hujan membawa partikel dan benda yang terdapat di udara ketika turun dari langit, air tersebut masih tetap suci.

Air hujan ketika turun dari langit masih sangat bersih, namun ketika sudah mengenai permukaan atap rumah, kemungkinan dapat terjadi kontaminasi khususnya bakteri. Oleh karena itu manusia harus bisa menjaga kebersihan lingkungan agar air hujan tersebut dapat digunakan sebagaimana mestinya. Apabila lingkungan kotor, maka dapat menyebabkan air hujan tersebut mengandung bakteri yang mengakibatkan berbagai masalah kesehatan. Sebagaimana yang terdapat dalam hadits berikut:

حَدَّثَنَا الْمَكِّيُّ بْنُ إِبْرَاهِيمَ أَخْبَرَنَا عَبْدُ اللَّهِ بْنُ سَعِيدٍ هُوَ ابْنُ أَبِي هِنْدٍ عَنْ أَبِيهِ عَنْ ابْنِ عَبَّاسٍ رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُمَا قَالَ قَالَ النَّبِيُّ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ نِعْمَتَانِ مَغْبُونٌ فِيهِمَا كَثِيرٌ مِنْ النَّاسِ الصِّحَّةُ وَالْفَرَاغُ قَالَ عَبَّاسٌ الْعَنْبَرِيُّ حَدَّثَنَا صَفْوَانُ بْنُ عِيسَى عَنْ عَبْدِ اللَّهِ بْنِ سَعِيدِ بْنِ أَبِي هِنْدٍ عَنْ أَبِيهِ سَمِعْتُ ابْنَ عَبَّاسٍ عَنْ النَّبِيِّ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ مِثْلَهُ

Artinya: "Telah menceritakan kepada kami Al Makki bin Ibrahim telah mengabarkan kepada kami Abdullah bin Sa'id yaitu Ibnu Abu Hind dari Ayahnya dari Ibnu Abbas radliallahu 'anhuma dia berkata; Nabi shallallahu 'alaihi wasallam bersabda: "Dua kenikmatan yang sering dilupakan oleh kebanyakan manusia adalah kesehatan dan waktu luang". 'Abbas Al 'Anbari mengatakan; telah menceritakan kepada kami Shufwan bin Isa dari Abdullah bin Sa'id bin Abu Hind dari Ayahnya saya mendengar

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Ibnu Abbas dari Nabi shallallahu 'alaihi wasallam seperti hadits di atas" (HR Bukhari).

Dalam hadits tersebut menyebutkan bahwa kesehatan merupakan salah satu kenikmatan yang sering dilupakan oleh manusia. Kesehatan merupakan keadaan sehat secara fisik, mental, sosial, maupun spiritual yang memungkinkan setiap orang untuk hidup produktif secara sosial maupun ekonomi. Salah satu faktor yang mempengaruhi kesehatan adalah lingkungan. Lingkungan yang sehat memungkinkan setiap orang dapat mencapai derajat kesehatan yang setinggi-tingginya (UU No. 36 tahun 2009). Menjaga kesehatan dapat dilakukan dengan memperhatikan kebersihan lingkungan.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB V

PENUTUP

5. 1. Simpulan

a. Sampel air hujan di tempat Penampungan Air Hujan (PAH) di Desa Rejotengah Kecamatan Deket Kabupaten Lamongan mengandung cemaran bakteri *Coliform*

b. Jumlah bakteri *Coliform* yang ditemukan pada sampel air hujan memiliki jumlah yang melebihi baku mutu yang ditetepkan pemerintah *PERMENKES RI. No 32/ 2017*. Nilai MPN pada sampel 1, 2, 3, 5, 6, 9, dan 10 sebesar 2400 per 100 ml. Sedangkan pada sampel 4 sebesar 93 per 100 ml, sampel 7 sebesar 1100 per 100 ml, dan sampel 8 sebesar 460 per 100 ml.

c. Hasil identifikasi bakteri *Coliform* menunjukkan bahwa sampel air hujan di Penampungan Air Hujan (PAH) mengandung bakteri *Escherichia coli, Klebsiella* sp., *Klebsiella oxytoca, Enterobacter* sp., *Salmonella* sp., *dan Citrobacter* sp.

5. 2. Saran

5. 2. 1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menambahkan parameter uji secara kimia dan fisika

5. 2. 2. Bagi masyarakat untuk lebih memperhatikan kebersihan air hujan di dalam Penampungan Air Hujan (PAH) dan lingkungan sekitarnya

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

5. 2. 3. Bagi instansi pemerintah terkait untuk melakukan edukasi kepada masyarakat tentang perawatan Penampungan Air Hujan (PAH)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR PUSTAKA

Abdulla, F. A.,& A. W. Al-Shareef. 2009. Roof Rainwater Harvesting Systems for Household Water Supply in Jordan. *Desalination*. Vol. 243 (3): 195-207.

Adityawarman. 2012. Analisis Bakteri *Coliform* dalam Produk Es Batu Kemasan dari 5 Usaha Mikro dengan *Metode Most Probable Number* (MPN) di Kecamatan Danurejan, Yogyakarta. Skripsi. Fakultas Farmasi, Universitas Sanata Dharma Yogyakarta.

Aini, F. 2018. Isolasi dan Identifikasi *Shigella* sp. Penyebab Diare pada Balita. *Bio-Site*. Vol. 4 (1): 7-12.

Alang, H. 2014. Analisis *Coliform* Kualitas Air Galon Berdasarkan Lama Penyimpanannya di Kecamatan Rappocini Kota Makassar. *Jurnal Biotek*. Vol. 2 (1): 43-50.

Alwi, M.,& S. Maulina. 2012. Pengujian Bakteri *Coliform* dan *Escherichia coli* pada Beberapa Depot Air Minum Isi Ulang di Kecamatan Palu Timur Kota Palu. *Biocelebes*. Vol. (1):40-47.

Ampou, E. E., Triyulianti, I., & S. C. Nugroho. 2015. Bakteri Asosiasi pada Karang *Scleractina* Kaitannya dengan Fenomena La-Nina di Pulau Bunaken. *Jurnal Kelautan Nasional*. Vol. 10 (2): 55-63.

Anderson, K. F,. Lonsway, D. R.,& J. K. Rasheed. 2007. Evaluation of Methods to Identify the *Klebsiella pneumoniae* Carbapenemase in Enterobacteriaceae. *Journal Clin. Microbiol*. Vol .45.

Anuar, K., Ahmad, A.,& Sukendi. 2015. Analisis Kualitas Air Hujan sebagai Sumber Air Minum terhadap Kesehatan Masyarakat (Studi Kasus di Kecamatan Bangko Bagansiapiapi). *Dinamika Lingkungan Indonesia*. Vol. 2 (1): 32-39.

Apostolidis, N.,& N. Hutton. 2005. Integrated Water Management in Brownfield Sites-More Opportunities Than You Think. *Desalination*. Vol 188: 169-175.

Asyfiradayati, R. 2017. Total *Coliform* Air Hujan pada Tempat Penampungan Air Hujan (PAH) Skala Rumah Tangga Penduduk Kabupaten Lamongan. *Prosiding Seminar Nasional & Call for Paper*. Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Atlas, M. R. 1997. *Principles of Microbiology*. Brown Publisher, Dubuque.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Awawdeh, M., Al-Shraideh, S., Al-Qudah, K.,& R. Jaradat. 2012. Rainwater Harvesting Assesment for a Small Size Urban Area in Jordan. *International Journal of Water Resources and Environmental Engineering*. Vol. 4 (12): 415-422.

Bagley, S. T. 1985. Habitat Association of *Klebsiella* species. Infect Control. Vol. 6 (2): 52-58.

Bahar, E. 1998. Kandungan Bakteri Pencemar pada Air Tadah Hujan sebagai Sumber Air Minum Masyarakat Kecamatan Baso Kabupaten Agam. *Majalah Kedokteran Andalas.* Vol. 22 (2): 64-69.

Bambang, A. G., Fatimawali.,& N. S. Kojong. 2014. Analisis Cemaran Bakteri Coliform dan Identifikasi Escherichia coli pada Air Isi Ulang dari Depot di Kota Manado. PHARMACON. Vol. 3 (3): 325-334.

Barrow, G. I.,& R. K. A. Feltham. 1993. *Cowan and Steel's Manual for The Identification of Medical Bacteria*. Cambridge University Press, United kingdom.

Beza, I. A., Lilis, H. Y.,& I. Suprayogi. 2016. Kajian Pemanfaatan Air Hujan Sebagai Pemenuhan Kebutuhan Air Bersih di Pulau Kecil. *Jom FTEKNIK*. Vol. 3 (1): 1-10.

Brands, D. 2006. *Salmonella*. Chelsea House Publisher, United States of America.

Brenner, D. J., Krieg, N. R.,& J. T Staley. 2005. *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology Second Edition Volume Two*. Springer, USA.

Budiono, I. J.,Primadiamanti, A.,& N. Feladita. 2018. Uji Cemaran Bakteri *Coliform* pada Minuman Es Dawet yang Beredar di Kecamatan Kedaton Bandar Lampung dengan Metode Most Probable Number (MPN). Jurnal Farmasi Malahayati. Vol. 1 (1): 37-43.

Cahya, T., Amir, M.,& R. T. Manalu. 2019. Uji Cemaran Mikroba Es Batu pada Penjual Minuman di Lingkungan Pasar Kecamatan Jagakarsa, Jakarta Selatan. *Sainstech Farma*. Vol. 12 (2): 78-84.

Cappuccino, J. G.,& N. Sherman. 2005. *Microbiology A Laboratory Manual*. Pearson Education Inc. Publishing, San Fransisco.

Colome, J. S. 2001. *Laboratory Exercise in Microbiology*. West Publishing Company, New York.

Cowan, S. T. 2004. *Manual for The Identification of Medical Fungi*. Cambridge University Press, London.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Despins, C., Farahbakhsh, K.,& C. Liedl. 2009. Assessment of Rainwater Quality from Rainwater Harvesting Systems in Ontario, Canada. *Journal of Water Supply: Research and Technology*. Vol. 58 (2): 117-134.

Dinas Kesehatan Lamongan. 2017. *Profil Kesehatan Kabupaten Lamongan Tahun 2017*. Pemerintah Kabupaten Lamongan, Lamongan.

Ekawati, E. V. 2018. Bakteriologi: Mikroorganisme Penyebab Infeksi. Deepublish, Yogyakarta.

Engelkirk, P. G. 2011. Burton's Microbiology for The Health Sciences Ninth Edition. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia.

Gabriel, J. F. 2001. *Fisika Lingkungan*. Hipokrates, Jakarta.

Garrity, G. M., Bell, J. A.,& T. G. Liburn. 2004. *Taxonomic Outline of The Prokaryotes Bergey's Manual of Systematic Bacteriology, Second Edition*. Springer Verlag, New York.

Ginting, S. T. M., Helmi, T. Z., Darmawi., Dewi, M., Hennivanda., Erina.,& R. Daud, 2018. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Gram Negatif pada Kambing-Kambing Peranakan Etawa (PE). JIMVET. Vol. 2 (3): 351-360.

Habibah, U. 2016. Analisis Cemaran Bakteri *Coliform* dan Identifikasi *Escherichia coli* pada Air Minum Isi Ulang (AMIU) Depot Kelurahan Pondok Cabe Ilir Kota Tangerang Selatan. Skripsi Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, UIN Syarif Hidayatullah Jakarta.

Hemraj, V., Diksha, S.,& G. Avneet. 2013. A Review on Commonly Used Biochemical Test for Bacteria. *Innovare Journal of Life Science*. Vol. 1 (1): 1-7.

Hidayat, H. 2015. Identifikasi Morfologi dan Uji Aktivitas Antimikroba terhadap Bakteri *Escherichia coli* dari Fermentasi Buah Markisa (*Passiflora* sp.). *Eksakta*. Vol. 5 (1-2): 76-85.

https://lamongankab.go.id Diakses pada tanggal 22 Desember 2019.

https://rejotengah.com Diakses pada tanggal 19 November 2019.

Jawetz, E., Melnick, J. L.,& E.A Adelberg. 2010. *Medical Microbiology*. Mc. Grawhill Companies, New York.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Jones, R. N., Jenkins, S. G., Hoban, D.J., Pfaller, M. A.,& R. Ramphal. 2000. In Vitro Efficacy of Six Cephalosporins Tested Against Enterobacteriaceae Isolated at 38 North American Medical Center Participating ing the Sentry Antrimicrobial Surveillance Program. Antimicrobs Agents. Vol. 15: 111-118.

Juwita, U., Haryani, Y.,& C. Jose. 2014. Jumlah Bakteri *Coliform* dan Deteksi *Escherichia coli* pada Daging Ayam di Pekanbaru. *JOM FMIPA*. Vol. 1 (2): 48-55.

Kamaliah. 2017. Kualitas Sumber Air Tangkiling yang Digunakan sebagai Air Baku Air Minum Isi Ulang dari Aspek Uji MPN Total Coliform. *Media Ilmiah Teknik Lingkungan*. Vol. 2 (2): 5-12.

Khaerudin, D. N., Proborini, W. D.,& G. D. Pandulu. 2013. Efisiensi Pembangunan Penampungan Air Hujan (PAH) terhadap Pemanfaatan Air Komersil dan Drainase pada Rumah, Toko, Apartemen, dan Gedung di Kota Malang. *Eco Rekayasa*. Vol. 9 (2): 150-157.

Kornacki, J. L.,& J. L. Johnson. 2001. *Enterobacteriaceae, Coliforms and Escherichia coli as Quality and Safety Indicators*. American Public Health Association, Washington DC.

Kurniasih, D. 2014. Efektivitas Ekstrak Lidah Buaya (*Aloe vera*) sebagai Antibakteri pada Pertumbuhan *Shigella dysenteriae* secara In Vitro. *Skripsi*. Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Pasundan.

Kusnoputranto, H. 1997. *Kesehatan Lingkungan*. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Jakarta.

Leboffe, M. J.,& B.E. Pierre. 2010. A Photographic Atlas for The Microbiology Laboratory. Morton Publishing Company, USA.

Lee, J. Y., Yang, J. S., Han, M.,& J. Choi. 2010. Comparison of The Mikrobiological and Chemical Characterization of Harvested Rainwater and Reservoir Water as Alternative Water Resources. *Science of The Total Environtment*. Vol. 408 (4): 896-905.

Mansauda, K. L. R., Fatimawali.,& N. Kojong. 2014. Analisis Cemaran Bakteri Coliform pada Saus Tomat Jajanan Bakso Tusuk yang Beredar di Manado. Pharmacon. Vol. 3 (2): 37-44.

Menteri Kesehatan, R. I. 1990. *PERMENKES RI No. 416/MENKES/PER/IX/1990 Tentang Syarat-Syarat Dan Pengawasan Kualitas Air*. Menteri Kesehatan RI, Jakarta.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Menteri Kesehatan, R. I. 2017. *PERMENKES RI. No 32/ 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua, dan Pemandian Umum*. Menteri Kesehatan RI, Jakarta.

Michael., Onggowidjaja, P.,& D. Rusmana. 2010. Bakteri Coliform dalam Es Batu pada Tiga Rumah Makan Ayam Goreng Siap Saji di Bandung. *JKM*. Vol. 9 (2): 124-128.

Mudatsir. 2010. Uji Mikrobiologi Air Sumur Gali berdasarkan Sumber Pencemar di Desa Limphok dan Beurabung Kecamatan Darussalam, Aceh Besar. *Jurnal Kedokteran Syiah Kuala*. Vol. 10 (1): 9-17.

Nuria, M. C., Rosyid, A.,& Sumantri. 2009. Uji Kandungan Bakteri *Escherichia coli* pada Air Minum Isi Ulang dari Depot Air Minum Isi Ulang di Kabupaten Rembang. Mediagro. Vol. 5 (1): 27-35.

Pelczar, M. J.,& E.C.S. Chan. 1986. *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. UI Press, Jakarta.

Pelczar, M. J.,& E.C.S. Chan. 2009. *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. UI Press, Jakarta.

Pemerintah Daerah Lamongan. 2017. *Peraturan Daerah Lamongan No. 14 Tahun 2017 tentang Perubahan Atas Peraturan Daerah Nomor 3 Tahun 2016 Tentang Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah Kabupaten Lamongan Tahun 2016 – 2021*. Pemerintah Daerah Lamongan, Lamongan.

Pemerintah Indonesia. 2009. *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 36 Tahun 2009 Tentang Kesehatan*. Sekretariat Negara, Jakarta.

Podschun, R., & U. Ullmann. 1998. *Klebsiella* spp. as Nosocomial Pathogens: Epidemiology, Taxonomy, Typing Methods and Pathogenicity Factors. *Chin Microbiol Rev*. Vol 11(4): 589-603.

Pourbakhsh, S. A., Boulianne, M., Martineau-Doize, B., Dozois, M. C., Desautels, C.,& J. M. Fairbrother. 1997. Dynamics Escherichia coli Infection in Experimentally Inoculated Chicken. *Avian Disease*. Vol 41: 221-233.

Prayitno, A. 2009. Uji Bakteriologi Air Baku dan Siap Konsumsi dari PDAM Surakarta Ditinjau dari Jumlah Bakteri *Coliform*. *Skripsi*. Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Putri, A. M.,& P. Kurnia. 2018. Identifikasi Keberadaan Bakteri *Coliform* dan Total Mikroba dalam Es Dung-Dung di Sekitar Kampus Universitas Muhammadiyah Surakarta. *Media Gizi Indonesia*. Vol. 13 (1): 41-48.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Putri, R. W. A. 2016. Identifikasi Bakteri *Escherichia coli* dan *Salmonella* sp. pada Jajanan Batagor di Sekolah Dasar Negeri di kelurahan Pisangan, Cirendeu, dan Cempaka Putih Kecamatan Ciputat Timur. *Skripsi*. Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, UIN Syarif Hidayatullah Jakarta.

Rahayu, S. A.,& M. H. Gumilar. 2017. Uji Cemaran Air Minum Masyarakat Sekitar Margahayu Raya Bandung dengan Identifikasi Bakteri *Escherichia coli*. *IJPST*.vol. 4 (2): 50-56.

Ratna, S. 2012. *Mikrobiologi Dasar dalam Praktek: Teknik dan Prosedur Dasar Laboratorium*. PT Gramedia, Jakarta.

Rijal, M. 2016. Analisis Kandungan MPN dan ALT Total pada Fish Nugget Berbahan Dasar Limbah Ikan. *Jurnal Biology Science & Education*. Vol. 5 (2): 144-151.

Ristuccia, P. A.,& A. B. Cunha. 1984. *Klebsiella*. Topics in Clinical Microbiology. Vol. 5 (7): 343-348.

Rizki, Z., Mudatsir.,& Samingan. 2013. Perbandingan Metode Tabung Ganda dan Membran Filter terhadap Kandungan *Escherichia coli* pada Air Minum Isi Ulang. Jurnal Kedokteran Syiah Kuala. Vol. 13 (1): 6-12.

Rompre, A., Servais, P., Baudart, J., De-Roubin, M. R.,& P. Laurent. 2002. Detection and Enumeration of *Coliform* in Drinking Water: *Current Methods and Emerging Approaches*. Vol. 49 (1): 31-54.

Saridewi, I., Pambudi, A.,& Y. F. Ningrum. 2016. Analisis Bakteri *Escherichia coli* pada Makanan Siap Saji di Kantin Rumah Sakit X dan Kantin Rumah Sakit Y. *BIOMA*. Vol. 12 (2): 21-34.

Sutiknowati, L. I. 2016. Bioindikator Pencemar, Bakteri *Escherichia coli*. *Oseana*. Vol. 41 (4): 63-71.

Ulfa, A., Suarsini, E.,& M. H. I. Al Muhdhar. 2016. Isolasi dan Uji Sensitivitas Merkuri pada Bakteri dari Limbah Penambangan Emas di Sekotong Barat Kabupaten Lombok Barat: Penelitian Pendahuluan. *Proceeding Biology Education Conference*. Universitas Negeri Malang.

UNEP International Technology Centre. 2001. *Rainwater Harvesting*. Murdoch University of Western Australia, Australia.

Wahyuni, R. M., Sayuti, A., Abrar, M., Erina., Hasan, M.,& Zainuddin. 2018. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Enterik Patogen pada Badak Sumatera (Dicerorhinus sumatrensis) di Suaka Rhino Sumatera (SRS) Taman

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Nasional Way Kambas (TNWK) Lampung. JIMVET. Vol. 2 (4): 474-487.

Wicaksono, A. R. 2016. Identifikasi Bakteri Escherichia coli dan Shigella sp. terhadap Jajanan Cilok pada Lingkungan SD Negeri di Cirendeu, Pisangan, dan Cempaka Putih. *Skripsi*. Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, UIN Syarif Hidayatullah Jakarta.

Widiyanti & Ristiati. 2004. Analisis Kualitatif Bakteri Koliform pada Depo Air Minum Isi Ulang di Kota Singaraja Bali. *Jurnal Ekologi Kesehatan*. Vol 3(1): 64-73.

Wijayaningrum, E. 2017. Uji Resistensi Bakteri *Enterobacter* sp. Pada Ikan Bandeng (*Chanos chanos*) di Tambak Jabon Sidoarjo terhadap Logam Berat dan Antibiotik. *Skripsi*. Analis Kesehatan Politeknik Kesehatan Kemenkes Surabaya.

Wilbers, G. J., Sebesvari, Z., Rechenburg, A.,& F. G. Renaud. 2013. Effects of Local and Spatial Conditions on the Quality of Harvested Rainwater in the Mekong Delta, Vietnam. *Environtmental Pollution*. Vol. 182: 225-232.

Yuliana, A.,& S. Amin. 2016. Analisis Mikrobiologi Minuman Teh Kemasan Berdasarkan Nilai APM Kolifrom. *Jurnal Kesehatan Bakti Tunas Husada*. Vol. 15 (1): 1-9.

Yulistyorini, A. 2011. Pemanenan Air Hujan sebagai Alternatif Pengelolaan Sumber Daya Air di Perkotaan. *Jurnal Teknologi dan Kejuruan*. Vol. 34 (1): 105-104.

Yusmaniar., Wardiyah.,& K. Nida. 2017. *Mikrobiologi dan Parasitologi*. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, Jakarta.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id