

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Air minum yang bersih dan aman merupakan bagian dari kebutuhan dasar manusia. Menurut (WHO, 2023) bahwa data menunjukkan lebih dari dua miliar orang di dunia masih menggunakan air yang terkontaminasi limbah tinja. Kondisi ini menyebabkan sekitar 829.000 kematian akibat diare setiap tahunnya. Selain berdampak pada kesehatan pencernaan, konsumsi air yang tercemar juga berdampak negatif terhadap pertumbuhan anak dan produktivitas orang dewasa. Maka dari itu, kualitas air minum bisa dijadikan salah satu indikator utama dalam menilai kesehatan Masyarakat.

Di Indonesia kualitas air minum masih menghadapi berbagai kendala yang cukup signifikan. Data dari (Kemenkes RI, 2024) menunjukkan bahwa sekitar 88,1% rumah tangga di Indonesia menggunakan air dari sumber yang tidak memenuhi kriteria bakteriologis. Ini menunjukkan adanya potensi besar Masyarakat terpapar bakteri berbahaya seperti *Escherichia coli* yang umumnya berasal dari limbah tinja. Keamanan air dari sumber seperti sumur, PDAM, dan depok air isi ulang pun masih belum bisa dijamin sepenuhnya.

Kualitas air yang buruk berdampak langsung pada meningkatnya kasus penyakit yang ditularkan melalui air (*waterborne diseases*), seperti diare, kolera, dan tifoid. Di Indonesia, diare masih menjadi salah satu penyebab utama tingginya angka kesakitan, terutama pada kelompok anak-anak. Laporan (Organization & Fund, 2022) menunjukkan bahwa diare tetap menjadi penyebab dominan kematian balita, terutama di negara-negara berkembang, termasuk Indonesia.

Escherichia coli sering dijadikan indikator pencemaran tinja dalam air. Kehadirannya menandakan adanya limbah manusia atau hewan yang masuk ke sumber air. Jika air sudah terkontaminasi *Escherichia coli*, maka kemungkinan bakteri berbahaya lain, seperti *Salmonella typhi* juga ada (Edberg et al., 2021).

Pada periode 2021-2023, Kota Palopo menghadapi tantangan serius terkait tingginya angka kejadian penyakit diare yang mencerminkan lemahnya sanitasi dan

kualitas air minum di wilayah Kota Palopo. Laporan tahun 2021 ialah sebanyak 1.445 orang yang berasal dari 9 kecamatan yang ada di Kota Palopo, kecamatan Talluwanu menempati posisi kedua sebagai wilaya dengan jumlah pasien terbanya yaitu 256 orang. Pada tahun 2022 jumlah 382 mengalami diare. Angka penderita tersebut mencatat pada januari 2022 mencapai 210 orang dan february mencapai 172 orang (Dinas Kesehatan Kota Palopo, 2022) . Pada tahun 2023 sebanyak 285 kasus tercatat . Meskipun data resmi tahun 2024-2025 belum dipublikasikan secara rinci, Dinas kesehatan Palopo menyebutkan bahwa diare masih menjadi salah satu penyakit menular dominan yang ditangani di faselitas layanan kesehatan (Dinas Kesehatan Kota Palopo, 2024).

Tabel 1.1 Penderita Diare Dikota Palopo

No	Jumlah penderita diare	Tahun
1.	1,445 orang	2021
2.	382 orang	2022
3.	285 orang	2023

Sumber : Dinkes Kota Palopo, 2021-2023

Di wilayah Timur Indonesia, tantangan akses air bersih lebih besar dibandingkan kawasan barat. Kota-kota seperti Makassar, Palu, dan Palopo menghadapi kendala dalam pengolahan air dan sistem sanitasi. Data dari Dinas Kesehatan Provinsi Sulawesi Selatan (2022) mencatat peningkatan kasus diare sebesar 25,3% dari tahun sebelumnya, dengan penyebab utama berasal dari kualitas air yang buruk. Hal ini menggambarkan kondisi nyata bahwa air minum yang tidak layak secara bakteriologis masih dikonsumsi masyarakat.

Air minum isi ulang (DAMIU) semakin diminati masyarakat karena harganya yang relatif lebih murah dibandingkan air minum dalam kemasan serta aksesnya yang lebih mudah (Kemenkes RI, 2020). Perkembangan DAMIU berlangsung pesat bahkan hingga menjangkau wilayah perdesaan. Akan tetapi, peningkatan jumlah depot ini tidak selalu diimbangi dengan pengawasan kualitas air yang ketat (Pratiwi et al., 2021).

Masalah utama yang dihadapi depot air minum isi ulang adalah lemahnya pengawasan kualitas dan sanitasi pada tahap pengolahan, penyimpanan, maupun

distribusi air. Banyak depot belum melakukan pemeriksaan rutin, menunda penggantian filter, serta mengabaikan kebersihan galon konsumen, sehingga berisiko menimbulkan kontaminasi bakteri patogen yang membahayakan kesehatan Masyarakat (Harianja et al., 2022 ; Khairinnisa, 2023).

Penelitian terdahulu oleh (Simatupang, 2023) menunjukkan adanya kontaminasi *Escherichia coli* pada beberapa depot air minum isi ulang di wilayah Jawa Tengah. (Febriyossa & Rhamadani, 2024) juga menemukan bahwa beberapa depot di Yogyakarta tidak memenuhi standar mikrobiologi karena kandungan *Escherichia coli* yang melebihi ambang batas. (Noegraha, 2025) menegaskan bahwa lemahnya pengawasan rutin dan rendahnya kesadaran higienitas operator depot menjadi faktor utama penyebab pencemaran bakteri.

Dari rise-riset sebelumnya sebagian besar penelitian yang ada dilakukan di wilayah Jawa, sementara data empiris dari wilayah Sulawesi, khususnya Palopo, masih sangat minim. Hal ini menunjukkan adanya kesenjangan penelitian yang perlu diisi, terutama untuk memberikan gambaran kondisi kualitas air minum isi ulang di kota menengah atau kecil seperti palopo, padahal jumlah konsumennya tidak kalah banyak. Penelitian ini bertujuan untuk mengisi celah tersebut dengan memberikan gambaran nyata mengenai kualitas mikrobiologi DAMIU di kelurahan dangerakko kota Palopo.

Berdaskan latar belakang inilah membuat penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “Analisis Keberadaan Bakteri *Echerichia coli* dan *Salmonella typhi* Pada Depot Air Minum Isi Ulang Yang Beredar Di Kelurahan Dangerakko Kota Palopo”.

B. Rumus Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka penulis merumuskan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Apakah depot air minum isi ulang (DAMIU) yang beredar di kelurahan Dangerakko Kota Palopo mengandung bakteri *Echerichia coli* ?
2. Apakah hasil analisis keberadaan *Echerichia coli* pada depot air minum isi ulang yang beredar di Kelurahan Dangerakko Kota palopo sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI)?

C. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui apakah depot air minum isi ulang (DAMIU) yang beredar di Kelurahan Dangerakko Kota Palopo mengandung bakteri *Escherichia coli*.
2. Untuk mengetahui apakah hasil analisis keberadaan *Escherichia coli* pada depot air minum isi ulang yang beredar di Kelurahan Dangerakko Kota Palopo sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI).

D. Manfaat Penelitian

Berikut ini adalah manfaat penelitian yang dibagi menjadi dua bagian utama:

1. Manfaat bagi peneliti
 - a) Dapat digunakan sebagai sarana untuk mengasah pengetahuan dan keterampilan ilmiah di bidang mikrobiologi lingkungan dengan berfokus pada analisis kualitas air minum berdasarkan parameter bakteriologis.
 - b) Dapat digunakan sebagai saran memperoleh pengalaman praktis dalam menerapkan tektik laboratorium seperti uji MPN dan identifikasi *Escherichia coli* yang relavan bagi penelitian dalam aktivitas akademis maupun professional di bidang kesehatan masyarakat
 - c) Dapat dijadikan sebagai referensi dan informasi untuk penelitian lebih lanjut.
2. Manfaat bagi Masyarakat
 - a) Dapat menjadi sumber data yang menyajikan gambaran nyata mengenai kualitas depot air minum isi ulanh di kelurahan dangerakko kota Palopo khususnya terkait potensi kontaminasi *Escherichia coli*.
 - b) Dapat dijadikan sebagai dasar pertimbangan bagi Masyarakat dalam memilih produk air minum yang aman dan sesuai standar kesehatan.

E. Ruang Lingkup dan Batasan Penelitian

1. Ruang Lingkup

Penelitian ini mengkaji keberadaan bakteri *Escherichia coli* pada air minum isi ulang (DAMIU) yang beredar di Kelurahan Dangerakko, Kota Palopo. Sampel air diperoleh dari sejumlah depot yang masih beroperasi, kemudian dianalisis di Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas

Muhammadiyah Palopo. Pengujian dilakukan menggunakan metode *Most Probable Number* (MPN) melalui rangkaian uji penduga, konfirmasi, dan uji lengkap. Hasil pemeriksaan dibandingkan dengan standar Permenkes No. 492/Menkes/Per/IV/2023 yang menegaskan bahwa air minum harus bebas *Escherichia coli*. Dengan cakupan tersebut, penelitian ini diharapkan mampu memberikan gambaran kondisi kualitas bakteriologis air minum isi ulang yang dikonsumsi masyarakat Kelurahan Dangerakko.

2. Batasan Penelitian

Penelitian ini hanya berfokus pada pemeriksaan bakteri *Escherichia coli* pada air minum isi ulang, tanpa menganalisis parameter lain seperti kualitas fisik, kimia, maupun keberadaan bakteri jenis lain. Jumlah depot yang diteliti juga terbatas pada depot yang memenuhi kriteria pengambilan sampel di Kelurahan Dangerakko sehingga belum dapat mewakili seluruh depot di Kota Palopo. Selain itu, analisis hanya menggunakan metode MPN tanpa dukungan metode lain seperti filtrasi membran atau uji biokimia tambahan. Penelitian ini juga tidak meninjau secara detail praktik sanitasi depot, perilaku operator, ataupun kualitas air baku yang digunakan.

F. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan ini mengacu pada pedoman penulisan karya ilmiah yang terdiri dari lima (5) bab. Penelitian ini disusun dengan sistematika sebagai berikut:

BAB I Pendahuluan

Bab ini memberikan kerangka penelitian yang berguna untuk memberikan gambaran umum mengenai pembahasan yang diteliti. Dalam bab ini memuat latar belakang, rumus masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, ruang lingkup, batasan penelitian serta sistematika penulisan.

BAB II Tinjauan Pustaka

Bab ini memuat tentang teori penelitian yang dilaksanakan mengenai pengertian, sumber air minum, persyaratan, depot air minum isi ulang, pengolahan air minum isi ulang, bakteri

Escherichia coli, metode pengujian cemara mikroba, MPN, penelitian terdahulu yang relavan, kerangka teori, definisi operasional dan kriteria objektif serta hepotesis.

BAB III Metode Penelitian

Bab ini memuat desain peneitian yang digunakan, lokasi dan waktu penelitian, populasi dan sampel, jenis dan sumber data, instrumen penelitian, prosedur penelitian serta teknik analisis data.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Landasan Teori

1. Air Minum

a) Definisi

Menurut Permenkes RI Nomor 492/Menkes/Per/IV/2023, air minum merupakan jenis air yang aman dikonsumsi secara langsung setelah memenuhi ketentuan kesehatan, baik dengan proses pengolahan terlebih dahulu maupun tanpa pengolahan. Standar kualitas air minum lebih tinggi dari pada air bersih, karena dinilai berdasarkan aspek-aspek tertentu. Terdapat tiga parameter pokok utama yang wajib dipenuhi meliputi parameter fisik, kimia, dan biologi.

Air merupakan kebutuhan mendasar yang sangat penting bagi keberlangsungan keberlangsungan hidup bagi makhluk hidup, termasuk manusia. Sebagian besar makhluk di bumi tersusun atas air dan hidup dilingkungan yang didominasi unsur ini. Sebagai salah satu sumber daya utama, air berperan penting dalam meningkatkan derajat kesehatan masyarakat. Dalam kehidupan sehari-hari, air digunakan untuk berbagai keperluan seperti konsumsi, kebersihan, serta kebutuhan rumah tangga lainnya (Naim et al., 2020).

Air merupakan kebutuhan utama dalam kehidupan dan menjadi elemen dasar yang menopang kehidupan di bumi. Air menempati posisi yang sangat penting dalam menunjang seluruh aktivitas biologis. Tanpa adanya air, kehidupan tidak dapat berlangsung. Oleh sebab itu, akses terhadap air bersih merupakan kebutuhan utama bagi keberlangsungan hidup manusia serta menjadi indikator penting dalam menentukan derajat kesehatan dan kesejahteraan Masyarakat. Tingginya ketergantungan manusia terhadap air menjadikan sebagai sumber daya yang tidak tergantikan. Oleh karena itu,

air minum wajib memenuhi standar keamanan dengan tidak mengandung bakteri patogen seperti *Escherichia coli*, *Salmonella typhi*, dan mikroorganisme lain yang bersifat toksik dan berpotensi menimbulkan penyakit (Puspitasari et al., 2020).

b) Sumber Air Minum

Sumber air yang bersih yang umum dijumpai baik di pedesaan maupun di perkotaan, yang saat ini dimanfaatkan oleh Masyarakat adalah sumur gali. Popularitasnya terletak pada kemudahan konstruksinya yang membutuhkan investasi yang cukup murah dan menyediakan akses air tanah sepanjang tahun (Djana, 2023). Menurut laporan riset (Kemenkes RI, 2021) secara nasional menunjukkan sumber air minum utama yang paling banyak digunakan rumah tangga untuk minum adalah air kemasan bermerk, air isi ulang (39,27%), sumur bor/pompa (17,61%), dan sumur terlindungi (15,33%). Daerah perkotaan air kemasan bermerk, air isi ulang merupakan sumber air minum utama rumah tangga yang paling banyak digunakan (52,93%) sedangkan daerah pedesaan sumber air minum utama rumah tangga yang digunakan mata air terlindungi, mata air tak terlindungi (22,27%). Secara rinci.

Tabel 2.1 Presentase rumah tangga menurut sumber air utama yang digunakan untuk minum dan tipe daerah tahun 2021

No	Sumber Air Minum	Perkotaan	Perdesaan	Perkotaan + Perdesaan
1	Air Kemasan Bermerk, Air Isi Ulang	52,93	21,28	39,27
2	Leding	10,74	6,44	8,88
3	Sumur Bor/Pompa	17,71	17,47	17,61
4	Sumur Terlindungi	11,30	20,63	15,33
5	Sumur Tak Terlindungi	1,14	5,01	2,81
6	Mata Air Terlindungi, Mata Air Tak Terlindungi	5,11	22,27	12,52
7	Air Permukaan	0,15	2,29	1,07
8	Air Hujan	0,85	4,52	2,44
9	Lainnya	0,06	0,10	0,07
Total		100	100	100

Sumber: (Kemenkes RI, 2021)

c) Persyaratan Air Minum

Kualitas air harus memenuhi syarat kesehatan yang meliputi persyaratan mikrobiologi, fisika, kimia dan radioaktif (Djafar et al., 2024), berdasarkan ketentuan Permenkes RI No.492/Menkes/Per/IV/2023 tentang persyaratan kualitas air minum. Secara fisika, air minum yang sehat adalah tidak bau, tidak berasa, tidak berwarna serta memiliki total zat padat terlarut, kekeruhan, dan suhu sesuai ambang batas yang ditetapkan. Secara mikrobiologis, air minum yang sehat harus bebas dari bakteri *Escherichia coli* dan total bakteri *Coliform*. Secara kimiawi, zat kimia yang terkandung dalam air minum seperti besi, aluminium, klor, arsen, dan lainnya harus dibawah ambang batas yang ditentukan.

Tabel 2.2 Daftar Parameter Wajib Kualitas Air Minum

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

Sumber: (Permenkes RI, 2023)

2. Depot Air Minum Isi Ulang (DAMIU)

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 43 Tahun 2020 tentang Penyelenggaraan Depot Air Minum, depot air minum isi ulang (DAMIU) merupakan usaha yang mengolah air baku menjadi air siap minum dan menjualnya langsung kepada konsumen dalam wadah isi ulang (galon), tanpa melalui tahapan pengemasan seperti pada air minum dalam kemasan (AMDK) (Kemenkes RI, 2020).

Depot air minum merupakan salah satu bentuk usaha yang menyediakan air siap konsumsi melalui proses pengolahan sederhana. Proses tersebut mencakup metode fisik, biologi, maupun kimia yang bertujuan menghilangkan bakteri berbahaya. Air minum yang dihasilkan dari depot seharusnya memenuhi standar baku mutu yang telah ditetapkan (Marhamah et al., 2020).

Alat yang digunakan untuk mengolah air baku menjadi air minum pada depot air minum isi ulang Adalah (Pasaribu et al., 2024) :

a) Tangki Penyimpanan

Tangki penyimpanan berfungsi sebagai wadah untuk menampung air baku sebelum memasuki tahap pengolahan. Kapasitas tangki ini dapat mencapai 3000 liter.

b) Pompa Air

Pompa air berfungsi sebagai alat untuk memindahkan air baku dari tangki penyimpanan menuju tabung penyaring.

c) Tabung Penyaring

Fungsi dari tabung penyaring yakni:

- 1) Berfungsi sebagai alat saring yang menyaring partikel yang ada didalam air.
- 2) Berfungsi untuk menghilangkan kadar kekeruhan dalam air.
- 3) Berfungsi sebagai alat serap bahan *organic* maupun anorganik

d) Mikro Filter

Mikro filter merupakan saringan partikel yang terbuat dari bahan *plastic polypropylene*. Jenis *mikro filter* bervariasi berdasarkan ukuran porinya, mulai dari diameter 10 mikro hingga 0,4 mikro.

e) Alat Ukur Aliran

Alat Ukur Aliran berfungsi sebagai alat ukur yang mengukur aliran air yang masuk ke wadah konsumen (galon).

f) Lampu Ultraviolet dan Ozon

Penggunaan lampu ultraviolet dan ozon dalam proses desinfeksi air berfungsi untuk membunuh bakteri patogen yang terdapat di dalamnya.

g) Tabung Isi Ulang (Galon)

tabung isi ulang atau biasanya disebut galon berfungsi sebagai wadah yang menampung atau menyimpan air minum.

Menperindag RI Nomor 651 Tahun 2004 membahas tentang syarat teknis depot air minum dan perdagangannya, Adapun urutan dalam proses produksi pengolahan air minum yaitu:

a) Penampungan air baku dan syarat bak penampung

Air baku yang diambil dari sumber dialirkan menggunakan tangki kemudian ditampung dalam bak penampung. Bak tersebut dibuat dari bahan *food grade*, yaitu material yang aman dan tidak menimbulkan penyakit. Syarat dari tangki pengangkut air baku terdiri dari :

- 1) Tangki khusus air minum
- 2) Mudah dibersihkan
- 3) Mempunyai *manhole*
- 4) Memiliki kran
- 5) Pemberian tutup pada selang dan pompa agar tidak ada kontaminan yang masuk

Penggunaan bahan *food grade* pada tangki, galon, pompa, dan sambungan pipa ditujukan untuk mencegah terjadinya korosi. Selain itu, tangki dilakukan pembersihan secara rutin setiap tiga bulan sekali.

b) Filter

1) Saringan pasir

fungsi dari saringan ini untuk menyaring partikel kasar. Bahan yang dipakai dalam saringan ini yaitu butiran silica (SiO_2).

2) Saringan karbon aktif

Karbon aktif yang digunakan pada saringan biasanya berasal dari batu bara atau batok kelapa, karena material ini mampu menyerap hingga 75% warna, bau, rasa, dan sisa klorin dalam air.

3) Saringan mikro

Saringan mikro memiliki kemampuan menyaring partikel hingga ukuran 10 mikro. Alat ini digunakan untuk menangkap partikel yang belum tereliminasi pada tahap sebelumnya.

a) Proses Desinfeksi

Desinfeksi air minum merupakan salah satu cara untuk menghilangkan bakteri yang terdapat terkandung dalam air minum. Terdapat 2 proses desinfeksi yang digunakan di depot air minum yaitu:

1) Ultraviolet

Sinar ultraviolet dengan panjang gelombang 254 nm mampu menembus dinding sel mikroorganisme. Paparan sinar ini dapat merusak DNA dan RNA sehingga menghambat pertumbuhan bakteri, bahkan dapat membunuhnya. Adapun tangki dibersihkan secara berkala setiap tiga bulan.

Proses desinfeksi dengan sinar ultraviolet dilakukan dengan mengalirkan air melalui tabung yang berisi lampu ultraviolet berintensitas tinggi. Paparan intensitas sebesar 30.000 mw detik/cm² mampu membunuh bakteri. Agar kualitas desinfeksi tetap optimal, lampu ultraviolet perlu dirawat melalui pembersihan rutin setahun sekali (Winarti, 2020).

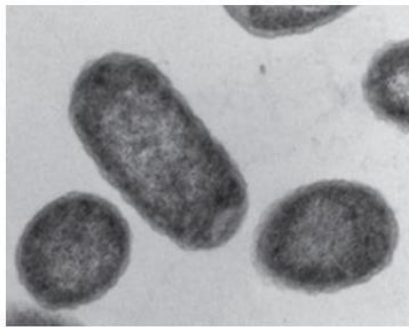
2) Ozonisasi

Ozon merupakan agen oksidasi dengan daya bunuh tinggi terhadap bakteri patogen. Dalam penerapannya, kadar ozon pada tangki penyimpanan ditetapkan sedikitnya 0,6 ppm, dan setelah pengisian tetap harus berada pada tingkat minimal 0,1 ppm. Ozonisasi dipilih masyarakat karena efektif sekaligus tidak menimbulkan perubahan rasa maupun bau pada air. Keunggulan signifikan dari teknologi ini ialah daya simpan air yang lebih lama, yaitu hingga satu

bulan pasca ozonisasi. Sebaliknya, metode desinfeksi lain memiliki keterbatasan, di mana kualitas air hanya bertahan beberapa hari karena pertumbuhan mikroorganisme berlangsung lebih cepat tanpa perlakuan ozon (Septania, 2022).

3. Bakteri *Escherichia coli*

Escherichia coli atau yang biasa disebut *E.coli* adalah salah satu mikroorganisme yang umumnya hidup didalam saluran pencernaan manusia dan hewan berdarah panas (Rompas et al., 2022). Bakteri *Echerichia coli* tergolong gram negatif, dan keberadaannya dalam makanan maupun minuman dapat menimbulkan resiko kesehatan yang serius bagi tubuh (Putra et al., 2023).



Gambar 2.1 Bakteri *Escherichia coli*

Sumber : (Mumtazah, 2023)

Escherichia coli adalah bakteri gram negatif yang tergolong dalam kelompok *Enterobacteriaceae*, berbentuk batang pendek, memiliki ukuran sekitar $0,4\text{--}0,7\text{ }\mu\text{m} \times 1,4\text{ }\mu\text{m}$, dilengkapi dengan flagella dan kapsul. Bakteri ini sering dikaitkan dengan khusus diare. Penularannya dapat terjadi melalui air, terutama jika kualitas bakteriologis air tidak memadai. Sejumlah depot air masih ditemukan mengandung *Escherichia coli*, yang menunjukkan belum optimalnya pengawasan kualitas air minum (Kurniawan et al., 2021). Klasifikasi dari bakteri *Escherichia coli* adalah sebagai berikut.

Kingdom : Bacteria
 Filum : Proteobacteria
 Kelas : Gammaproteobacteria
 Orde : Enterobacteriales
 Famili : Enterobacteriaceae
 Genus : *Escherichia*
 Spesies : *Escherichia coli* (Mumtazah, 2023)

Bakteri *Escherichia coli* mampu berkembang biak dengan sangat cepat dalam kondisi lingkungan yang mendukung, dimana proses replikasinya dapat terjadi setiap 20 menit (Mumtazah, 2023). Penularan *Escherichia coli* ke makhluk hidup di sekitarnya dapat terjadi melalui feses manusia dan hewan, air limbah, serta lumpur hasil pengolahan air limbah. Menurut beberapa penelitian, *Escherichia coli* diketahui dapat bertahan lama di lingkungan dan mampu beradaptasi serta berinteraksi dengan mikroorganisme lokal. Faktor yang mempengaruhi kelangsungan hidup dan pertumbuhannya meliputi unsur abiotik seperti suhu, ketersediaan air dan nutrient, pH, serta paparan sinar matahari, juga faktor biotik seperti persaingan dengan mikroorganisme lain serta kemampuannya dalam memperoleh nutrisi. *Escherichia coli* juga dapat bertahan hidup di berbagai media lingkungan, termasuk air limbah, tanah, air permukaan, tanaman, buah, sayur, daging yang belum matang sempurna, serta susu yang belum dipesteurisasi (Osínska et al., 2023).

Masuknya *Escherichia coli* ke dalam tubuh manusia dalam konsentrasi tinggi dapat menyebabkan penyakit diare. Risiko ini meningkat apabila air yang digunakan, khususnya air minum, telah tercemar oleh bakteri tersebut (Birawida et al., 2021). Bakteri yang masuk ke dalam tubuh manusia berisiko menimbulkan infeksi pada saluran pencernaan. Berbagai tanda yang dapat muncul antara lain tinja berair, demam, nyeri perut, mual, dan muntah. Apabila tidak tertangani, infeksi ini dapat berakibat fatal hingga menyebabkan kematian (Chairunnisa et al., 2024). Oleh sebab itu, ditemukannya bakteri *Escherichia coli* pada sumber air bersih dan air minum merupakan faktor kritis yang dapat memicu timbulnya penyakit diare pada anak balita (Hidayah et al.,

2021). Kekhawatiran *Escherichia coli* pada air minum kemasan menandakan pencemaran fekal dan beresiko menyebabkan penyakit gastrointestinal jika dikonsumsi. Oleh karena itu, pengujian rutin dan kepatuhan terhadap standar (SNI/Permenkes) Adalah tindakan untuk mengurangi dampak buruk (Putri Rahmawati et al., 2021).

4. Metode Pengujian Cemara Mikroba

Beberapa metode yang umum digunakan untuk enumerasi bakteri *Coliform* meliputi inokulasi langsung pada medium agar, metode filtrasi membran *Millipore*, serta metode *Most Probable Number* (MPN) melalui fermentasi tabung ganda menggunakan medium cair. Metode filtrasi membran memiliki keunggulan dari segi kecepatan, namun penggunaannya terbatas hanya pada sampel air yang jernih dan tidak sesuai untuk air dengan tingkat kekeruhan tinggi. Sementara itu, metode MPN dengan fermentasi tabung ganda dinilai lebih sensitif dibandingkan metode hitung cawan, karena mampu mendeteksi keberadaan *Coliform* meskipun dalam jumlah yang sangat kecil (Abdillah, 2023).

a) Metode MPN

Metode *Most Probable Number* (MPN) merupakan teknik yang digunakan untuk memperkirakan jumlah bakteri pereduksi laktosa, seperti *Coliform* dan *Escherichia coli*. Dalam prosedurnya, digunakan tabung Durham untuk menangkap gas hasil fermentasi. Pelaksanaan metode ini terdiri dari dua tahap utama, yaitu uji penduga dan uji konfirmasi, masing-masing menggunakan media yang berbeda (Listi et al., 2022).

Metode MPN menggunakan medium cair yang ditempatkan dalam tabung reaksi, dan perhitungannya didasarkan pada jumlah tabung yang menunjukkan hasil positif. Tabung dinyatakan positif jika terlihat adanya kekeruhan atau terbentuk gas dalam tabung Durham, yang menunjukkan aktivitas bakteri penghasil gas. Umumnya, untuk setiap tingkat pengenceran digunakan tiga hingga lima seri tabung. Semakin banyak jumlah tabung yang digunakan, maka tingkat akurasi hasil perhitungan MPN akan semakin tinggi. Metode ini umumnya diterapkan pada sampel

dalam bentuk cair, namun dapat pula digunakan untuk sampel padat, dengan syarat sampel terlebih dahulu disuspensikan dalam buffer dengan perbandingan 1:10. Jenis bakteri yang dapat dihitung melalui metode MPN juga bergantung pada jenis media yang digunakan dalam proses pertumbuhannya (Abdillah, 2023). Ada tiga pengujian pada metode MPN yaitu:

1) Uji Penduga (*Presumptive Test*)

Uji penduga merupakan langkah awal dalam metode MPN yang berfungsi untuk mendeteksi potensi keberadaan bakteri *Coliform* dalam air minum kemasan. Sampel diuji dalam tiga tingkatan pengenceran (10 mL, 1 mL, dan 0,1 mL), masing-masing dengan tiga tabung uji. Setiap tabung berisi *Lactose Broth* atau *MacConkey Broth* dan tabung Durham untuk mendeteksi gas fermentasi. Inkubasi dilakukan pada suhu 35–37°C selama 24–48 jam. Hasil positif ditunjukkan dengan terbentuknya gas dan/atau kekeruhan, sebagai bukti aktivitas bakteri *Coliform*, termasuk *Escherichia coli* (Hadiansyah, 2021)

2) Uji Konfirmasi (*Confirmed Test*)

Tabung yang memberikan hasil positif pada tahap penduga akan diuji ulang dalam tahap konfirmasi untuk memastikan bahwa fermentasi laktosa memang disebabkan oleh *Coliform*. Sebagian suspensi dari tabung positif diinokulasikan ke media selektif seperti BGLB atau EMB agar, kemudian diinkubasi pada suhu yang sama. Adanya gas di BGLB atau koloni dengan kilau hijau metalik di EMB menjadi indikator kuat keberadaan *Escherichia coli*. Langkah konfirmasi ini krusial untuk membedakan antara *Coliform* sejati dan organisme lain yang mungkin menimbulkan hasil positif semu pada tahap awal (Abdillah, 2023).

3) Uji Lengkap (*Completed Test*)

Tahap terakhir dari metode MPN adalah uji lengkap, yang dilakukan dengan menanam ulang sampel dari tabung positif uji konfirmasi ke media seperti nutrient agar, disertai pengecatan Gram. Koloni hasil pertumbuhan diamati secara mikroskopis. Identifikasi *Escherichia coli* dapat dipastikan jika ditemukan bakteri gram negatif berbentuk batang, serta didukung oleh hasil fermentasi laktosa dan pembentukan gas pada tahap sebelumnya. Uji ini memberikan verifikasi final terhadap keberadaan *Escherichia coli* dan menjadi indikator penting dalam menentukan kelayakan mikrobiologis air minum kemasa (Putri Rahmawati et al., 2021)

b) Metode Membran Filter

Prinsip dari metode filtrasi membran adalah dengan menyaring sampel menggunakan membran berpori sangat halus, sehingga mikroorganisme dapat tertahan di permukaan penyaring tersebut. Setelah penyaringan, membran diletakkan di atas medium agar *Chromogenic Coliform* yang dirancang khusus untuk menumbuhkan bakteri *Coliform*. Sampel kemudian diinkubasi pada suhu 36 ± 2 °C selama 24 jam. Setelah masa inkubasi, koloni yang menunjukkan reaksi positif terhadap enzim β -D-glukuronidase (ditandai dengan warna merah muda hingga merah) dihitung sebagai dugaan *Coliform*. Selain itu, koloni yang menunjukkan reaksi positif terhadap kedua enzim, β -D-glukuronidase dan β -D-galaktosidase (berwarna biru tua hingga ungu), juga dihitung. Total bakteri *Coliform* diperoleh dari penjumlahan seluruh koloni berwarna merah muda hingga merah dan biru tua hingga ungu (SNI, 2006).

Untuk analisis total *Coliform* dengan metode membran filter, digunakan media selektif bernama *Chromocult Coliform Agar (CCA)*. Media ini dirancang secara khusus untuk pertumbuhan dan identifikasi bakteri *Coliform* serta *Escherichia coli*. CCA memiliki tingkat selektivitas yang tinggi dalam analisis mikrobiologis, dengan komposisi antara lain pepton, natrium klorida, natrium dihidrogen fosfat, disodium hidrogen fosfat, natrium piruvat, sorbitol, tergitol, serta campuran kromogenik

seperti *Salmon-GAL* dan *X-Glucuronid*. Tergitol dalam media ini berfungsi menghambat pertumbuhan bakteri Gram positif dan beberapa jenis Gram negatif, tetapi tidak menghambat *Coliform*. Kandungan lain seperti pepton, piruvat, dan fosfat mendukung pertumbuhan optimal *Coliform*. Komponen kromogenik berperan sebagai indikator enzimatis. Bakteri *Coliform* memproduksi enzim β -galaktosidase yang memecah substrat *Salmon-GAL*, menghasilkan warna merah. *Escherichia coli* menghasilkan dua enzim, β -galaktosidase dan β -glukuronidase, yang memecah *X-Glucuronid* menjadi senyawa berwarna biru tua hingga violet. Triptofan turut berperan dalam peningkatan sensitivitas deteksi melalui reaksi terhadap senyawa indol.

5. Penelitian Terdahulu Yang Relevan

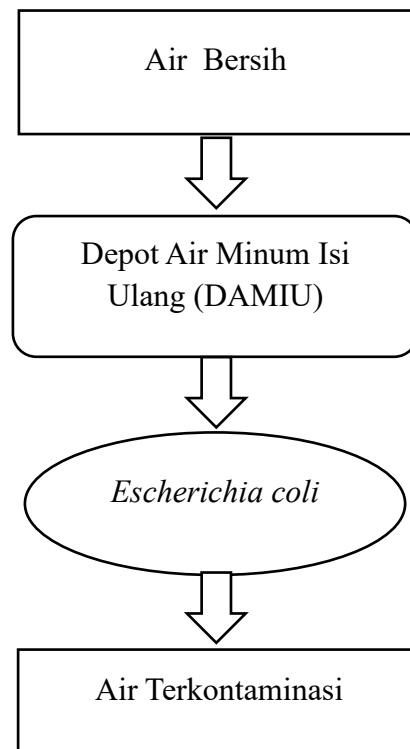
Penelitian terdahulu yang relevan Memuat tentang hasil penelitian terdahulu oleh peneliti sebelumnya yang memiliki tema yang sama. Pada penelitian ini mencantumkan beberapa penelitian yang sebelumnya telah dilakukan, antara lain sebagai berikut :

No	Tahun	Penulis	Judul	Metode	Hasil Penelitian
1	2022	Finiarti	Analisis Cemarkan Bakteri <i>Coliform</i> dan <i>Escherichia coli</i> dengan Metode MPN Pada Air Minum Isi Ulang Di Jalan Lunjuk Jaya Kota Palembang	MPN	Hasil pengujian terhadap dari berbagai tokoh di kota Tangerang menunjukkan bahwa empat sampel (SPKL 1 hingga SPKL 4) bebas dari <i>Coliform</i> dan <i>Escherichia coli</i> (0 koloni/ 100 mL) sedangkan satu sampel (SPKL 5) mengandung 1 koloni <i>Coliform</i> / 100 mL dan tidak mengandung <i>Escherichia coli</i> sehingga SPKL 5 dinyatakan tidak memenuhi syarat kualitas air minum.

2	2022	Muhammad Rifqi Abdillah	Aanlisis Perbandingan Angka Bakteri <i>Coliform</i> Antara Air Minum Isi Ulang Langsung Di Depot Dengan Air minum Isi Ulang Yang Diedarkan Ke Toko Di Kelurahan Romang Polong	Teknik Filtrasi Membran	Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh sampel uji mengandung bakteri <i>Coliform</i> .
3	2024	Rahmah Yudi Karmila	Identifikasi Keberadaan <i>Escherichia coli</i> pada Depot Air Minum Isi Ulang (DAMIU) Di Kelurahan Panggung Jati Kota Semarang	<i>Most Probable Number</i> (MPN)	Hasil penelitian tidak terdapat adanya bakteri <i>Escherichia coli</i> pada depot air minum isi ulang yang didapat dai depot. Dari 10 DAMIU yang dilakukan ovservasi dan wawancara terkait hygiene depot air minum 90% DAMIU telah memenuhi syarat sedangkan sanitasi depot belum memenuhi syarat.
4	2025	Safruna Kartika Madya	Hubungan Higiene Sanitasi Dengan Keberadaan Bakteri <i>Escherichia coli</i> Pada Depot Air Minum Isi Ulang Di Kecamatan Indralaya Utara	Total <i>Sampling</i>	Hasil penelitian menunjukkan bahwa 17,9% sampel air minum yang diteliti mengandung <i>Escherichia coli</i>

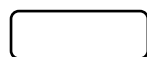
5	2024	Shiva Anisa Zahragina Gurky	Analisis Kandungan Bakteri <i>Escherichia coli</i> dan Personal Higiene Pada Depot Air Minum Isi Ulang Di Kecamatan Medan Johor	MPN	Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari depot yang dievaluasi 3 sampel air terkontaminasi <i>Escherichia coli</i> . kontaminasi ini Menunjukkan bahwa air minum tidak memenuhi standar keamanan mikrobiologi, berpotensi membahayakan kesehatan.
---	------	--------------------------------	--	-----	--

B. Kerangka Teori



Gambar 2.2. Kerangka Teori Penelitian

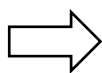
Keterangan :



Air yang Diteliti



Bakteri Dikategorikan Sebagai Sumber Pencemaran



: Menyebabkan

C. Definisi Operasional dan Kriteria Objek

Definisi operasional penelitian ini adalah uraian tentang makna dan batasan variabel penelitian agar dapat diukur secara jelas dan konsisten. Dalam penelitian ini:

No	Variabel	Definisi Operasional	Cara dan Alat Ukur	Kriteria Objektif	Skala
1	Depot Air Minum Isi Ulang (DAMIU)	Tempat pengolahan dan penjualan air minum yang dilakukan dengan cara mengisi ulang wadah atau galon yang dibawa oleh konsumen.	Observasi langsung ke lokasi depot dan pencatatan identitas depot (nama, alamat, status izin, dan sumber air baku).	Beroperasi dan menjual air isi ulang di wilayah Kelurahan Dangerakko, baik terdaftar maupun tidak.	Nominal
2	Keberadaan Bakteri <i>Escherichia coli</i> (Variabel Terikat)	Indikator kontaminasi tinja dalam air yang menunjukkan kualitas air tidak memenuhi syarat apabila ditemukan bakteri <i>Escherichia coli</i> .	Pemeriksaan laboratorium menggunakan metode Most Probable Number (MPN) melalui tahapan uji penduga, uji konfirmasi, dan uji lengkap.	Positif: terbentuk gas/kekeruhan pada tabung Durham, koloni hijau metalik di EMB, Gram negatif batang. Negatif: tidak terbentuk tanda di atas.	Nominal (Positif / Negatif)
3	Nilai MPN <i>E. coli</i>	Jumlah perkiraan bakteri <i>Escherichia coli</i> dalam 100 mL air berdasarkan hasil kombinasi tabung positif pada metode MPN.	Perhitungan berdasarkan tabel MPN sesuai jumlah tabung positif pada tiap pengenceran.	Memenuhi standar: 0 koloni <i>E. coli</i> /100 mL. Tidak memenuhi standar: >0 koloni <i>Escherichia coli</i> /100 mL.	Rasio (MPN/100 mL)

D. Hipotesis

Adapun hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

H0 : Terdapat kandungan bakteri *Escherichia coli* pada depot air minum isi ulang

H1 : Depot air minum isi ulang di kelurahan dangerakko Kota Palopo tidak mengandung bakteri

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Desain Penelitian

Desain penelitian ini adalah depot air minum isi ulang berbagai merek yang beredar disekitar Di Kelurahan Dangerakko Kota Palopo. Metode penelitian ini adalah metode kuantitatif menggunakan teknik MPN. Sampel air minum isi ulang diambil secara acak disekitar Kelurahan Dangerakko Kota Palopo.

B. Lokasi dan Waktu penelitian

1. Lokasi Pengambilan Sampel

Sampel penelitian diambil secara acak dari berbagai pasar dan toko yang menjual depot air minum isi ulang di sekitar Kelurahan Dengerakko Kota Palopo.

2. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Prodi Farmasi Fakultas Kesehatan Universitas Muhammadiyah Palopo.

3. Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan pada 23 Desember – Januari 2026.

C. Populasi dan Sampel

1. Populasi

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh merek depot air minum isi ulang (DAMIU) yang beredar dan dikonsumsi masyarakat di Kelurahan Dangerakko Kota Palopo.

2. Sampel

Sampel diambil secara *purposive sampling*, yaitu depot air minum isi ulang yang dikonsumsi Masyarakat di Kelurahan Dangerakko. Jumlah sampel ditentukan sebanyak 500ml .

D. Jenis dan Sumber Data

Penelitian ini menggunakan data kuantitatif, yaitu data angka dari hasil uji laboratorium metode *Most Probable Number* (MPN) untuk mengetahui ada tidaknya bakteri *Escherichia coli* pada depot air minum isi ulang (DAMIU). Sumber data terdiri dari:

1. **Data Primer** : Hasil pemeriksaan langsung sampel DAMIU yang diambil dari beberapa lokasi penjualan di Kelurahan Dangerakko, diuji di Laboratorium Mikrobiologi Universitas Muhammadiyah Palopo.
2. **Data Sekunder** : Informasi dari peraturan pemerintah, standar SNI, permenkes , serta hasil penelitian dan literatur yang relevan.

E. Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah lembar observasi hasil pengujian metode *Most Probable Number* (MPN) untuk mendeteksi keberadaan bakteri *Escherichia coli* pada depot air minum isi ulang. Lembar observasi ini mencatat jumlah tabung yang menunjukkan hasil positif pada masing-masing tingkat pengenceran (10 mL, 1 mL, dan 0,1 mL), serta pembentukan gas sebagai indikator aktivitas mikroorganisme. Selain itu, juga digunakan lembar uji konfirmasi dan uji lengkap yang merekam pertumbuhan koloni pada media selektif serta hasil pewarnaan gram untuk mengidentifikasi keberadaan *Escherichia coli*. Instrumen tambahan yang mendukung antara lain adalah daftar tilik (checklist) prosedur sterilisasi alat, penanganan sampel, dan tabel evaluasi hasil uji yang dibandingkan dengan standar mutu air minum berdasarkan Permenkes No. 492/Menkes/Per/IV/2023.

F. Prosedur Penelitian

Tektik pengumpulan data diperoleh melalui pengujian laboratorium dengan metode *Most Probable Number* (MPN) untuk menilai keberadaan bakteri *Escherichia coli* pada depot air minum isi ulang (DAMIU) di Kelurahan Dangerakko Kota Palopo.

1. Uji Penduga

Uji penduga dilakukan dengan menyiapkan 9 tabung reaksi yang berisi media *Lactose Broth* (LB) dan dilengkapi tabung Durham dalam posisi terbalik. Sampel air minum isi ulang kemudian diinokulasikan ke dalam tiga seri tabung, yaitu 10 mL, 1 mL, dan 0,1 mL, masing-masing sebanyak tiga tabung secara aseptis. Setelah itu, seluruh tabung diinkubasi pada suhu 35–37°C selama 24 jam. Pengamatan dilakukan terhadap pembentukan gas pada tabung Durham dan kekeruhan media. Apabila belum terbentuk gas, inkubasi dilanjutkan hingga 48 jam. Tabung yang menunjukkan adanya gas dinyatakan positif mengandung bakteri *coliform* dan dilanjutkan ke tahap uji konfirmasi, sedangkan tabung yang tidak menghasilkan gas dinyatakan negatif *coliform*.

2. Uji Konfirmasi

Uji konfirmasi dilakukan terhadap tabung yang menunjukkan hasil positif pada uji penduga. Sebanyak satu ose kultur dari media *Lactose Broth* (LB) yang menghasilkan gas dipindahkan secara aseptis ke dalam media *Brilliant Green Lactose Bile Broth* (BGLB) yang telah dilengkapi dengan tabung Durham. Selanjutnya, media diinkubasi pada suhu 35–37°C selama 24 jam. Setelah inkubasi, dilakukan pengamatan terhadap pembentukan gas pada tabung Durham. Jika belum terbentuk gas, inkubasi dilanjutkan kembali hingga 48 jam. Adanya gas yang terperangkap dalam tabung Durham menunjukkan bahwa sampel positif mengandung bakteri *coliform* dan dapat dilanjutkan ke tahap uji pelengkap. Sebaliknya, apabila tidak terbentuk gas setelah masa inkubasi berakhir, maka sampel dinyatakan negatif *coliform* atau diduga mengandung bakteri non-*coliform* yang tidak mampu memfermentasi laktosa menghasilkan gas.

3. Uji Pelengkap

Uji pelengkap dilakukan terhadap sampel yang menunjukkan hasil positif pada uji konfirmasi. Sebanyak satu ose kultur dari media *Brilliant Green Lactose Bile Broth* (BGLB) yang positif diinokulasikan secara aseptis pada permukaan media *Eosin Methylene Blue Agar* (EMBA) dengan metode gores (*streak plate*). Selanjutnya, media diinkubasi pada suhu 35–37°C

selama 24 jam. Setelah masa inkubasi selesai, dilakukan pengamatan terhadap bentuk dan warna koloni yang tumbuh pada media EMBA. Koloni yang menunjukkan warna hijau metalik mengkilap dinyatakan positif *Escherichia coli*, sedangkan koloni yang berwarna merah muda, ungu muda, atau tidak menunjukkan kilau hijau metalik dinyatakan bukan *Escherichia coli* dan diduga merupakan bakteri *coliform* lain. Hasil pengamatan pada tahap ini digunakan sebagai dasar untuk memastikan ada atau tidaknya bakteri *Escherichia coli* dalam sampel air minum isi ulang yang diteliti.

4. Perhitungan MPN

Perhitungan nilai *Most Probable Number* (MPN) dilakukan berdasarkan jumlah tabung yang menunjukkan hasil positif pada uji konfirmasi untuk masing-masing seri pengenceran, yaitu 10 mL, 1 mL, dan 0,1 mL. Kombinasi jumlah tabung positif tersebut kemudian dicocokkan dengan tabel MPN seri tiga tabung untuk memperoleh perkiraan jumlah bakteri *coliform* dalam 100 mL sampel air. Nilai MPN yang diperoleh selanjutnya dibandingkan dengan standar kualitas air minum berdasarkan permenkes RI No. 492/Menkes/Per/IV/2023, yang menetapkan bahwa air minum harus bebas dari bakteri *Escherichia coli* (0/100 mL). Hasil perhitungan ini digunakan untuk menentukan apakah sampel air minum isi ulang memenuhi atau tidak memenuhi persyaratan mikrobiologis yang telah ditetapkan.

G. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data digunakan secara kuantitatif dilakukan dengan cara menghitung jumlah koloni bakteri *Escherichia coli* yang terkandung dalam depot air minum isi ulang masing-masing sampel berdasarkan metode MPN dan dibandingkan dengan standar yang ditetapkan oleh Permenkes RI No. 492/Menkes/Per/IV/2023 yaitu 0 koloni *E. coli*/100 ml air. Data disajikan dalam bentuk tabel frekuensi.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

1. Uji Penduga (*Presumptive Test*)

Table 4.1: Uji penduga menggunakan media *Lactosa Broth* (LB)

Depot	MPN Seri 3 Tabung			MPN/100ml	Standar permenkes RI (2023)		Ket
	3x10ml	3x1ml	3x0,1ml		<i>E.coli</i>	<i>Coliform</i>	
1	0	0	0	0			Sampel memenuhi syarat
2	0	0	0	0			Sampel memenuhi syarat
3	1	0	1	0.6	0 CFU/100ml	0 CFU/100ml	Sampel tidak memenuhi syarat dengan nilai MPN 0.6CFU/100 ml



(A)



(B)



(C)

Gambar 4.1. Hasil Uji Penduga Setelah Inkubasi Selama 24 Jam Pada Media *Lactosa Broth* (LB) dengan Metode MPN seri 333. (A) depot 1, (B) depot 2, (C) depot 3. Hasil positif ditunjukkan dengan adanya kekeruhan dengan disertai pembentukan gas. Hasil negatif jika hanya keruh saja dan tidak disertai gas atau tidak ada kekeruhan dan gas.

2. Uji Konfirmasi (*Confirmrd Test*)

Table 4.2: Uji konfirmasi menggunakan media BGLB

Depot	MPN Seri 3 Tabung			MPN/100ml	Standar permenkes RI (2023)		Ket
	3x10ml	3x1ml	3x0,1ml		<i>E.coli</i>	<i>Colifrom</i>	
1	0	0	0	0			Sampel memenuhi syarat
2	0	0	0	0			Sampel memenuhi syarat
3	1	0	1	0.6	0 CFU/ 100ml	0 CFU/ 100ml	Sampel tidak memenuhi syarat dengan nilai MPN 0.6 CFU/100ml

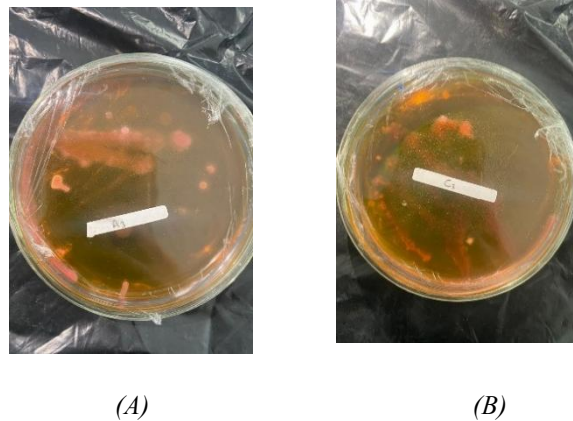


Gambar 4.2. Hasil Uji konfirmasi Setelah Inkubasi Selama 24 Jam pada Media BGLB (*Brilliant Green Lactose Bile Broth*) dengan Metode MPN seri 333 depot 3. Hasil positif pada sampel yang ditanam media BGLB dengan terbentuknya gas pada tabung durham.

3. Tahap Uji Lengkap (*Completed Test*)

Tabel 4.3: Uji lengkap menggunakan media EMB Agar

No	Depot	Koloni pada EMB agar	ket
1.	Depot 3	Koloni berwarna merah mudah	Ada pertumbuhan mikroba



Gambar 4.3. Hasil Uji Pelengkap pada media EMBA, (A) sampel 10 ml, (B) sampel 0,1ml. Hasil positif pada sampel yang ditanam media EMBA dengan terbentuknya koloni berwarna hijau metalik.

B. Pembahasan

Penelitian ini menganalisis cemaran *Escherichia coli* pada tiga sampel depot air minum isi ulang (DAMIU) di Kelurahan Dangerakko Kota Palopo menggunakan metode *Most Probable Number* (MPN) seri 333 diperoleh hasil yang berbeda pada setiap depot. Pada tahap uji penduga dan uji konfirmasi depot 1 dan depot 2 menunjukkan hasil adanya kekeruhan pada media *Lactose Broth* (LB) dan *Brilliant Green Lactose Bile Broth* (BGLB), namun tidak disertai dengan pembentukan gas pada tabung durham (Gambar 4.1.), Sehingga hasil MPN depot 1 dan 2 dinyatakan negatif meskipun kondisi ini menunjukkan adanya pertumbuhan mikroorganisme dalam media tetapi belum dapat dipastikan sebagai bakteri *coliform* khususnya *Escherichia coli*. Secara mikrobiologis, kekeruhan menandakan adanya aktivitas bakteri yang memanfaatkan nutrisi dalam media, namun dalam metode *Most Probable Number* (MPN), indikator utama bakteri *coliform* adalah kemampuan memfermentasi laktosa yang menghasilkan gas (Some et al., 2021). Menurut

(Richiardi et al., 2023) bakteri non-patogen dari lingkungan seperti *Pseudomonas*, *Bacillus*, atau bakteri air lainnya sering menimbulkan pertumbuhan keruh pada media cair, namun tidak termasuk indikator pencemaran fekal. Oleh karena itu kekeruhan tanpa gas tidak dikategorikan sebagai hasil positif *coliform*, melainkan menunjukkan kemungkinan adanya bakteri *non coliform*. Penelitian yang dilakukan oleh (Abdillah, 2023) dan (Hadiansyah, 2021) menyatakan bahwa pembentukan gas merupakan indikator utama keberadaan *coliform*, sedangkan kekeruhan saja dapat disebabkan oleh mikroorganisme lain. Dengan demikian, hasil ini mengindikasikan adanya bakteri heterotrof yang tidak memfermentasi laktosa yang kemungkinan berasal dari kontaminasi lingkungan, sanitasi alat yang kurang baik, dan kualitas air baku yang digunakan.

Hasil MPN pada depot 3 menunjukkan hasil positif pada uji penduga dan konfirmasi dengan nilai MPN sebesar 0,6 CFU/100 mL sehingga tidak sesuai dengan permenkes RI No.492/Menkes/Per/IV/2023 yang menyatakan tidak boleh ada *E.coli* ataupun *coliform*, namun tidak teridentifikasi sebagai *E. coli* pada uji pelengkap. *Escherichia coli* tidak teridentifikasi pada uji pelengkap karena koloni yang tumbuh pada media *Eosin Methylene Blue Agar* (EMBA) berwarna merah muda, bukan hijau metalik yang menjadi ciri khas *Escherichia coli*. Media EMBA digunakan untuk membedakan jenis bakteri berdasarkan kemampuannya memfermentasi laktosa. Bakteri *Escherichia coli* mampu memfermentasi laktosa dengan kuat sehingga menghasilkan asam tinggi dan membentuk koloni gelap dengan kilau hijau metalik, sedangkan koloni berwarna merah muda umumnya menunjukkan adanya bakteri koliform lain seperti *Enterobacter* atau *Klebsiella* (Cappuccino & Welsh, 2022). Selain itu, hasil positif pada uji penduga dan uji konfirmasi metode *Most Probable Number* (MPN) belum tentu menandakan adanya *Escherichia coli*, karena media *Lactose Broth* (LB) dan *Brilliant Green Lactose Bile Broth* (BGLB) hanya mendeteksi bakteri koliform secara umum melalui terbentuknya gas pada tabung Durham. Oleh karena itu gas yang muncul pada tahap awal kemungkinan berasal dari bakteri *Coliform non-fekal* lain, bukan *Escherichia coli* (Baird et al., 2022). World Health Organization (2022). Menyatakan kondisi ini menunjukkan bahwa sampel masih mengandung bakteri

indikator sanitasi, sehingga kebersihan alat pengisian, galon, maupun kualitas air baku di depot tetap perlu diperhatikan.

Menurut (Swetha et al., 2022) koloni berwarna merah muda yang tumbuh pada media *Eosin Methylene Blue Agar* (EMBA) diduga berasal dari bakteri *Enterobacter sp.* atau *Klebsiella sp.* karena kedua genus tersebut termasuk kelompok bakteri *coliform* yang mampu memfermentasi laktosa sehingga menghasilkan perubahan warna koloni menjadi merah muda hingga ungu muda pada media diferensial. Selain itu, (Souza et al., 2024) menjelaskan bahwa media EMBA digunakan untuk membedakan bakteri enterik fermenter laktosa, di mana *Escherichia coli* menghasilkan kilap hijau metalik akibat fermentasi sangat kuat, sedangkan *Enterobacter* dan *Klebsiella* membentuk koloni mukoid berwarna merah muda karena fermentasi laktosa lebih lambat dan produksi asam lebih rendah. Pendapat ini diperkuat oleh (Batubara et al., 2021) yang menyatakan bahwa keberadaan koloni pink pada media EMBA lebih sering diasosiasikan dengan bakteri *coliform non-fekal* seperti *Enterobacter aerogenes* dan *Klebsiella pneumoniae* dibandingkan *Escherichia coli*. Oleh karena itu, munculnya koloni merah muda pada sampel depot air minum isi ulang menunjukkan kemungkinan adanya kontaminasi bakteri *coliform* lingkungan, terutama *Enterobacter* atau *Klebsiella*, yang dapat berasal dari air baku, biofilm pada pipa dan *filter*, maupun proses pencucian galon dan alat pengisian yang kurang higienis.

Keberadaan bakteri *coliform* seperti *Enterobacter sp.* dan *Klebsiella sp.* perlu diperhatikan karena bakteri tersebut dapat menyebabkan infeksi pada individu dengan daya tahan tubuh rendah terutama pada kelompok anak-anak dan lansia (Khan et al., 2021). Oleh sebab itu, pemilik depot perlu melakukan penggantian filter secara berkala, membersihkan alat pengisian, menjaga kebersihan tempat usaha, serta memastikan galon konsumen dicuci dengan baik sebelum pengisian ulang. Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sebagian besar depot air minum isi ulang telah memenuhi persyaratan mikrobiologi, namun masih terdapat depot yang terkontaminasi bakteri *coliform non-Escherichia coli*. Kondisi ini menandakan perlunya peningkatan pengawasan sanitasi dan pemeriksaan

laboratorium rutin agar kualitas air minum isi ulang tetap aman dan memenuhi standar kesehatan.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

1. Depot air minum isi ulang (DAMIU) yang beredar di Kelurahan Dangerakko Kota Palopo tidak mengandung bakteri *Escherichia coli* dibuktikan melalui hasil uji lengkap (*completed test*) pada seluruh sampel yang tidak menunjukkan adanya koloni berwarna hijau metalik pada media EMBA sebagai ciri khas *E. coli*. Meskipun pada salah satu sampel (depot 3) diperoleh hasil positif pada uji penduga dan konfirmasi, namun hasil tersebut tidak teridentifikasi sebagai *E.coli* pada tahap uji lengkap.
2. Hasil analisis keberadaan *Escherichia coli* pada depot air minum isi ulang telah sesuai dengan standar yang berlaku (SNI dan Permenkes RI No. 492/Menkes/Per/IV/2023). Seluruh sampel (depot 1, 2 dan 3) memenuhi persyaratan bakteriologis karena tidak ditemukan *Escherichia coli* (0CFU/100 mL). Namun, pada depot 3 tidak memenuhi total *coliform* non- *E.coli* yang menunjukkan nilai MPN 0,6 CFU/100ML bahwa masih terdapat potensi kontaminasi mikrobiologis yang berkaitan dengan aspek higiene dan sanitasi depot.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian diatas, tidak hanya terbatas pada parameter mikrobiologi (*Escherichia coli*), tetapi juga meliputi parameter fisik (warna, bau, kekeruhan) dan kimia (pH, logam berat, zat organik) untuk mendapatkan gambaran kualitas air yang lebih komprehensif dan juga perlu dilakukan uji identifikasi bakteri.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah, M. R. (2023). Analisis Perbandingan Angka Bakteri Coliform Antara Air Minum Isi Ulang Langsung Di Depot Dengan Air Minum Isi Ulang Yang Diedarkan Ke Toko Di Kelurahan Romang Polong. *Aleph*, 87(1,2), 149–200. [https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/167638/341506.pdf?sequence=1&isAllowed=y%0Ahttps://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/8314/LOEBLEIN%2C](https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/167638/341506.pdf?sequence=1&isAllowed=y%0Ahttps://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/8314/LOEBLEIN%2C%20LUCINEIA%20CARLA.pdf?sequence=1&isAllowed=y%0Ahttps://antigo.mdr.gov.br/saneamento/proces)
- Baird, R. B., Eaton, A. D., & Rice, E. W. (2022). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (24th ed.). American Public Health Association (APHA). <https://www.standardmethods.org/>
- Batubara, F. R., Pohan, D. J., Elysia, D., & Pasaribu, O. (2021). *Comparison of the Amount of Escherichia Coli in Refilled Drinking Water at the Depot with Bottled Drinking Water*. 11(May), 401–409.
- Birawida, A. B., Selomo, M., Natsir, M. F., Rahmawati, I., & Rachmat, M. (2021). Sanitasi Dan Keberadaan Bakteri Pada Air Minum Dengan Risiko Diare Di Pulau Barrang Lompo. *Jurnal Nasional Ilmu Kesehatan*, 4(1), 10–19.
- Cappuccino, J. G., & Welsh, C. (2022). *Microbiology: A Laboratory Manual* (12th ed.). Pearson Education. <https://www.pearson.com/en-us/subject-catalog/p/microbiology-a-laboratory-manual/P2000000003123>
- Chairunnisa, D. N., Iqbal, M., Wahyudi, P., Jurusan, K., Lingkungan, K., & Kemenkes Bandung, P. (2024). *HUBUNGAN HIGIENE SANITASI DENGAN KEBERADAAN BAKTERI E.COLI PADA DEPOT AIR MINUM DI KELURAHAN HARAPAN JAYA KOTA BEKASI The Relationship Between Sanitation Hygiene And The Presence Of E.Coli Bacteria In Drinking Water Depots In Harapan Jaya Sub-District, Be*. 103–113.
- Deperindag. (2004). *28000512_Kepmenperindag_Nomor__651_Tahun_2004.pdf*. http://jdih.kemendag.go.id/backendx/image/regulasi/28000512_Kepmenperindag_

Nomor__651_Tahun_2004.pdf

Dinas Kesehatan Kota, P. (2022). *Profil Kesehatan Kota Palopo Tahun 2022*. Dinas Kesehatan Kota Palopo.

Dinas Kesehatan Kota, P. (2024). *Tantangan dan Peluang Kesehatan Masyarakat di Kota Palopo*. <https://dinkespalopo.org/2024/11/tantangan-dan-peluang-kesehatan-masyarakat-di-kota-palopo/>

Djafar, L., Arda, Z. A., & Ain, N. (2024). Differences in the Quality of Household Drinking Water At Facility Points and Consumption Points in Gorontalo Regency. *Pancasakti Journal of Public Health Science and Research*, 4, 17–23. <https://doi.org/10.47650/pjphsr.v4i1.1153>

Djana, M. (2023). Analisis Kualitas Air Dalam Pemenuhan Kebutuhan Air Bersih Di Kecamatan Natar Hajimena Lampung Selatan. *Jurnal Redoks*, 8(1), 81–87. <https://doi.org/10.31851/redoks.v8i1.11853>

Edberg, S. C., Rice, E. W., Karlin, R. J., & Allen, M. J. (2021). Escherichia coli: The best biological drinking water indicator for public health protection. *Journal of Applied Microbiology*, 131(1), 1–15. <https://doi.org/10.1111/jam.15056>

Febriyossa, A., & Rhamadani, P. (2024). Pengujian Cemarkan Bakteri Coliform dan Escherichia coli Pada Air Minum Dalam Kemasan. *Calory Journal : Medical Laboratory Journal*, 2(2), 39–49. <https://doi.org/10.57213/caloryjournal.v2i2.405>

Finiarti. (2024). *Analisis Keberadaan Bakteri Escherichia Coli pada Depot Air Minum Isi Ulang di Kecamatan Tanjung Harapan Kota Solok* [Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan (STIKes) Perintis Padang]. -

Guidelines for. (n.d.).

Gurky, S. A. Z. (2024). *Analisis Kandungan Bakteri Escherichia Coli dan Personal Higiene pada Depot Air Minum Isi Ulang di Kecamatan Medan Johor* [Universitas Islam Negeri Sumatera Utara]. <mailto:shivaanisa1501@gmail.com>

Hadiansyah, N. K. (2021). Analisis Bakteri Coliform dalam Sampel Air Minum Pamsimas di Kabupaten Kuningan. *Jurnal Kartika Kimia*, 4(2), 89–95.

<https://doi.org/10.26874/jkk.v4i2.89>

- Hidayah, P. N., Novianti, S., & Purwanto, A. (2021). Hubungan Praktik Ibu, Jarak Jamban Dan Keberadaan Bakteri E.Coli Dalam Sumber Air Dengan Kejadian Diare Pada Baduta Umur 6-23 Bulan Tahun 2021. *Jurnal Kesehatan Komunitas Indonesia*, 17(2), 9–18. <https://doi.org/10.37058/jkki.v17i2.3890>
- Indonesia, K. K. R. (2020). *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 43 Tahun 2020 tentang Penyelenggaraan Depot Air Minum*. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Indonesia, K. K. R. (2024). *Surveilans Kualitas Air Minum Rumah Tangga di Indonesia Tahun 2023*. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. <https://www.kemkes.go.id/>
- Kemenkes RI. (2022). Profil Kesehatan Indonesia 2021. In *Pusdatin.Kemenkes.Go.Id*.
- Khairinnisa, S. K. (2023). *Gambaran higiene sanitasi depot air minum isi ulang dan kualitas air minum isi ulang sesuai standar mikrobiologi (Studi pada depot air minum di wilayah kerja UPTD Puskesmas Mangkubumi Kota Tasikmalaya)* [Universitas Siliwangi]. <https://repositori.unsil.ac.id/11244/>
- Khan, S. A., Lubna, M. A., Razeeb, M. S. R., & Acharjee, M. (2021). A proportional study on the existence of coliform and fecal coliform in the post-treatment (filtered and boiled) water samples. *International Journal of Scientific Reports*, 7(4), 215. <https://doi.org/10.18203/issn.2454-2156.intjsci20211037>
- Kurniawan, F. B., Asrori, A., & Alfreda, Y. W. K. (2021). IDENTIFIKASI BAKTERI Escherichia coli METODE MPN PADA AIR ISI ULANG DIPERUMNAS IV WAENA ABEPURA TAHUN 2021. *Gema Kesehatan*, 13(1), 69–74. <https://doi.org/10.47539/gk.v13i1.170>
- Listi, R., Kasasiah, A., & Saula, L. S. (2022). Identifikasi Cemaran Bakteri Coliform dan Escherichia coli Pada Jamu Gendong Dengan Metode Most Probable Number (MPN) di Karawang Timur. *Indobiosains*, 4(2), 54. <https://doi.org/10.31851/indobiosains.v4i2.8326>

- Marhamah, A. N., Santoso, B., & Santoso, B. (2020). Kualitas air minum isi ulang pada depot air minum di Kabupaten Manokwari Selatan. *Cassowary*, 3(1), 61–71. <https://doi.org/10.30862/cassowary.cs.v3.i1.39>
- Mumtazah, A. (2023). Kajian Kualitas Bakteriologis Air Minum. *Skripsi: Universitas Islam Negri Walisongo Semarang*, 91. <https://eprints.walisongo.ac.id/id/eprint/22961/>
- Naim, N. N., Mohammad, R. F., & Taufiqurrahman, I. (2020). Sistem Monitoring Penggunaan Debit Air Konsumen Di Perusahaan Daerah Air Minum Secara Real Time Berbasis Arduino Uno. *Journal of Energy and Electrical Engineering*, 2(1), 31–39. <https://doi.org/10.37058/jeee.v2i1.2176>
- Noegraha, R. A. (2025). *Reduksi Risiko Kegagalan Kualitas Inlet Produksi Air Minum Isi Ulang di Kecamatan Rungkut Surabaya Menggunakan FMEA* [Institut Teknologi Sepuluh Nopember]. <http://repository.its.ac.id/117220>
- Organization, W. H., & Fund, U. N. C. (2022). *Progress on drinking water, sanitation and hygiene in schools: 2000–2021 data update*. World Health Organization (WHO) and UNICEF. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240060851>
- Osińska, A., Korzeniewska, E., Korzeniowska-Kowal, A., Wzorek, A., Harnisz, M., Jachimowicz, P., Buta-Hubeny, M., & Zieliński, W. (2023). The challenges in the identification of *Escherichia coli* from environmental samples and their genetic characterization. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(5), 11572–11583. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-22870-8>
- Pasaribu, U. A. M. N., Rihatmadja, R., Yusharyahya, S. N., Widaty, S., Legiawati, L., & Pandjaitan-Sirait, S. M. H. A. (2024). Microbioma in Aging Skin. *Journal La Medihealtico*, 5(3), 495–504. <https://doi.org/10.37899/journallamedihealtico.v5i3.1315>
- Permenkes RI. (2010). Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/Menkes/Per/IV/2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. In *Peraturan Menti Kesehatan Republik Indonesia* (p. MENKES).
- Pratiwi, N. L., Suwandi, & Ramdhan, D. H. (2021). Higiene sanitasi dan kualitas

- mikrobiologis air minum isi ulang di Kabupaten Bandung. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 20(2), 97–106. <https://doi.org/10.14710/jkli.20.2.97-106>
- Puspitasari, A., Hikmah B, N., & Rahman, H. (2020). Study of Bacteriological Quality of Refill Drinking Water Depot in the Working Area of Tamangapa Public Health Center, Makassar City. *Window of Public Health Journal*, 1(1), 16–21.
- Putra, E. D., Maharani, I., Sartika Sari, K., & Hasibuan, A. (2023). Analisis Kandungan Escherichia Coli Pada Air Minum Di Depot Pengisian Air Isi Ulang Di Desa Tuntungan. *ZAHRA: Journal Of Health And Medical Research*, 3(3), 402–407.
- Putri Rahmawati, N., Siska Wardani, T., & Irma Permatasari, D. A. (2021). ANALISA KEBERADAAN BAKTERI Escherichia coli DAN Pseudomonas aeruginosa PADA AIR MINERAL DI KELURAHAN CEMANI KABUPATEN SUKOHARJO. *Media Farmasi Indonesia*, 16(2), 1677–1682. <https://doi.org/10.53359/mfi.v16i2.183>
- Rahmah, Y. K. (2024). *Identifikasi Keberadaan Escherichia Coli Pada Depot Air Minum Isi Ulang (DAMIU) di Kelurahan Panggung Jati Kota Serang Tahun 2024* [Universitas Ahmad Dahlan]. <http://rahmah2000036079@webmail.uad.ac.id>
- Richiardi, L., Pignata, C., Fea, E., Bonetta, S., & Carraro, E. (2023). Are Indicator Microorganisms Predictive of Pathogens in Water? *Water*, 15(16), 2964. <https://doi.org/10.3390/w15162964>
- Rompas, S. A. T., Wewengkang, D. S., & Mpila, D. A. (2022). ANTIBACTERIAL ACTIVITY TEST OF MARINE ORGANISMS Tunicates Polycarpa aurata AGAINST Escherichia coli AND Staphylococcus aureus Uji AKTIVITAS ANTIBAKTERI ORGANISME LAUT Tunikata Polycarpa aurata TERHADAP BAKTERI Escherichia coli DAN Staphylococcus aureus. *Pharmacon*, 11(1), 1271–1278. <https://ejournal.unsrat.ac.id/v3/index.php/pharmacon/article/view/39137>
- Safrina, K. M. (2025). *Hubungan Higiene Sanitasi dengan Keberadaan Bakteri Escherichia Coli pada Depot Air Minum Isi Ulang (DAMIU) di Kecamatan Indralaya Utara* [Universitas Sriwijaya]. <http://safrin>

- Septania, E. S. N., & Septania, E. S. N. (2022). *Uji Kualitas Pada Air Minum Isi Ulang di Kecamatan Ngambon, Bojonegoro Ditinjau dari Air Baku, Perlakuan Petugas dan Pemeliharaan Alat*. Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya, Fakultas Sains dan Teknologi, Program Studi Teknik Lingkungan.
- Simatupang, F. (2023). *Uji Coliform dan Escherichia coli Pada Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) Dengan Metode Membran Filter*.
- SNI. (2006). Cara uji air minum dalam kemasan.SNI 01- 3554-2006. In *Standar Nasional Indonesia*. file:///C:/Users/USER/Downloads/fdokumen.com_sni-01-3554-2006.pdf
- Some, S., Mondal, R., Mitra, D., Jain, D., Verma, D., & Das, S. (2021). Microbial pollution of water with special reference to coliform bacteria and their nexus with environment. *Energy Nexus*, 1(May), 100008. <https://doi.org/10.1016/j.nexus.2021.100008>
- Souza, H. D. F. de, Ferreira, Paula Fernanda Alves, T. C. da C. V., Santiago, G. S., Coelho5, I. da S., Souza, M. M. S. de, Bianco, K., & Coelho, S. de M. de O. (2024). *O brilho verde metálico no ágar emb possui acurácia na identificação de Escherichia coli ?* <https://doi.org/10.21727/rpu.15i4.4520>
- Swetha, P. t., Mathew, B., Latha, C., & Sethulekshmi2, C. (2022). *Occurrence of Klebsiella pneumoniae and Salmonella spp . in environmental samples*. 55–59.
- WHO. (2023). *Drinking-Water: Key Facts*. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>
- Winarti, C. (2020). Penurunan Bakteri Total Coliform Pada Air Limbah Rumah Sakit Terhadap Pengaruh Lama Waktu Penyinaran Dengan Sinar Ultra Violet. *Jurnal Rekayasa Lingkungan*, 20(1), 52–57. <https://doi.org/10.37412/jrl.v20i1.42>