

Identifikasi Bakteri *Escherichia coli* Pada Air Minum Isi Ulang

Evi Damayanti

Politeknik Sandi Karsa, Indonesia

Received : 24 November 2025, Revised : 3 Desember 2025, Published : 8 Desember 2025

Corresponding Author

Nama Penulis: Evi Damayanti

E-mail: evidadamayanti1120@gmail.com

Abstrak

Air minum merupakan kebutuhan dasar manusia yang harus memenuhi persyaratan kualitas dari segi fisik, kimia, dan mikrobiologi. Ditinjau dari aspek mikrobiologi, air yang aman untuk diminum tidak boleh mengandung bakteri koliform maupun *Escherichia coli* dalam setiap 100 mL sampel yang diuji. *Escherichia coli* adalah bakteri yang termasuk dalam famili Enterobacteriaceae dan biasanya hidup di saluran pencernaan manusia serta hewan berdarah panas. Apabila bakteri ini ditemukan dalam air minum, hal tersebut menunjukkan rendahnya kualitas sanitasi atau higiene dan dapat menjadi pemicu munculnya penyakit diare. Penelitian ini bertujuan mendeteksi keberadaan *Escherichia coli* pada air minum isi ulang yang diproduksi oleh sejumlah depo di kawasan Tamalanrea. Jenis penelitian yang dilakukan bersifat deskriptif dengan pendekatan observasional. Proses analisis dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Universitas Hasanuddin dengan mengambil sampel dari lima depo air minum isi ulang yang berbeda. Pemeriksaan kualitas bakteriologis dilakukan menggunakan metode Angka Paling Mungkin (MPN), yang diawali dengan uji pendugaan memakai media Kaldu Laktosa (LB) dalam metode tabung ganda 3:3:3, kemudian dilanjutkan dengan uji konfirmasi menggunakan media Kaldu Laktosa Hijau Cemerlang (BGLB), dan dituntaskan dengan uji lengkap pada media Kaldu EC. Berdasarkan hasil pemeriksaan, dari lima sampel air yang dianalisis, tiga di antaranya menunjukkan hasil negatif (tidak ditemukan *Escherichia coli*), sedangkan dua sampel lainnya menunjukkan hasil positif yang menandakan adanya bakteri tersebut.

Kata kunci – identifikasi, air minum isi ulang, depot air minum, *escherichia coli*, MPN

Abstract

Drinking water is a basic human need that must meet physical, chemical, and microbiological quality requirements. Microbiologically, safe drinking water should not contain coliform bacteria or *Escherichia coli* in every 100 mL of the sample tested. *Escherichia coli* is a bacterium belonging to the Enterobacteriaceae family and normally lives in the digestive tract of humans and warm-blooded animals. If this bacterium is found in drinking water, it indicates poor sanitation or hygiene and can trigger diarrhea. This study aimed to detect the presence of *Escherichia coli* in refilled drinking water produced by several depots in the Tamalanrea area. The study was descriptive with an observational approach. The analysis process was conducted at the Microbiology Laboratory of Hasanuddin University, taking samples from five different refilled drinking water depots. Bacteriological quality examination was conducted using the Most Probable Number (MPN) method, which began with a presumptive test using Lactose Broth (LB) media in a 3:3:3 double tube method, then continued with a confirmation test using Brilliant Green Lactose Broth (BGLB) media, and completed with a complete test on EC Broth media. Based on the examination results, of the five water samples analyzed, three of them showed negative results (no *Escherichia coli* was found), while the other two samples showed positive results indicating the presence of the bacteria.

Keywords - identification, refill drinking water, drinking water depot, *escherichia coli*, MPN

How to Cite : Damayanti, E. (2025). *Identifikasi Bakteri Escherichia coli Pada Air Minum Isi Ulang* . *Jurnal Penelitian Multidisiplin Bangsa*, 2(7), 1184–1192. <https://doi.org/10.59837/jpnmb.v2i7.647>

Copyright ©2025 Evi Damayanti

PENDAHULUAN

Air minum harus memenuhi standar mutu fisik, kimia, dan mikrobiologi, karena kondisi mikrobiologinya berkaitan erat dengan risiko kesehatan masyarakat. Salah satu indikator utama keamanan air adalah keberadaan *Escherichia coli*, bakteri yang berkaitan dengan kontaminasi feces. Meskipun mikroorganisme ini biasanya berada dalam sistem pencernaan organisme berdarah panas, deteksinya dalam air minum mencerminkan sanitasi dan higiene yang tidak memadai, yang berpotensi menyebabkan penyebaran penyakit menular (Pelczar dkk., 2001). Oleh karena itu, memastikan keamanan mikrobiologi sangat penting dalam mencegah bahaya kesehatan dan menjaga kualitas air yang akan dikonsumsi.

Escherichia coli, bagian dari famili Enterobacteriaceae, adalah bakteri gram negatif kecil yang dilengkapi flagela dan dilindungi oleh kapsul, dengan rentang ukuran sekitar 0,4–0,7 μm x 1,4 μm (Bhima dkk., 2018). Karakteristik ini memungkinkannya bertahan hidup di berbagai lingkungan, termasuk sistem air minum yang tidak memiliki pemantauan memadai. Keberadaannya dapat menyebabkan masalah gastrointestinal seperti diare, dan air yang terkontaminasi dapat menjadi media penularan penyakit terkait. Penelitian menunjukkan bahwa banyak depot air minum isi ulang (AMIU) masih gagal memenuhi standar bakteriologis, sehingga sering terdeteksi *E. coli* dalam air yang mereka hasilkan (Zikra, W. dkk., 2018). Hal ini menyoroti kebutuhan mendesak akan praktik sanitasi yang lebih baik dan kontrol regulasi yang lebih ketat.

Depot AMIU merupakan unit usaha yang mengolah air baku menjadi air siap konsumsi dan mendistribusikannya langsung kepada masyarakat. Teknologi yang diterapkan memungkinkan air bersih menjadi layak minum tanpa perlu proses perebusan, melainkan melalui rangkaian penyaringan dan desinfeksi. Kehadiran depot ini menghadirkan kemudahan bagi warga untuk memperoleh pasokan air minum. Air sendiri merupakan unsur pokok keberlangsungan hidup, sebab tubuh manusia memerlukan asupan cairan untuk menunaikan fungsi vitalnya. Setiap individu diperkirakan membutuhkan sekitar 30 hingga 60 liter air per hari (Sekarwati, N. dkk, 2016).

Salah satu peran mendasar air ialah sebagai bahan minum, sehingga mutu air yang dikonsumsi wajib selaras dengan standar pemerintah meliputi aspek fisik, kimia, radioaktif, hingga mikrobiologi. Dari sisi mikrobiologis, air hanya dianggap layak jika terbebas dari *Escherichia coli* dalam setiap 100 ml sampel. Kehadiran bakteri ini menjadi penanda pencemaran karena mampu memicu gangguan kesehatan, termasuk diare (Fathoni, A., Erly, E., & Endrinaldi, 2015).

Sistem pengolahan yang diterapkan di Depot Air Minum Isi Ulang (DAMIU) bertujuan untuk mengurangi atau menghilangkan kontaminan mikroba guna memastikan air memenuhi standar keamanan yang ditetapkan. Meskipun bertujuan demikian, keberadaan *E. coli* atau bakteri koliform lainnya mengindikasikan kontaminasi yang disebabkan oleh kotoran manusia atau hewan. Kontaminasi ini dapat berpindah melalui berbagai saluran, termasuk air, tangan, tanah, dan pembawa perantara, sehingga menjadi masalah kesehatan masyarakat yang harus ditanggapi dengan serius (Khoeriyah, A. & Anies, 2015). Oleh karena itu, kinerja keseluruhan fasilitas DAMIU sangat penting dalam menjaga keamanan mikrobiologis air minum yang didistribusikan kepada masyarakat.

Bakteri koliform secara luas dikenal sebagai indikator utama untuk menilai keamanan mikrobiologis air minum. Kelompok ini terdiri dari beberapa spesies, seperti *E. coli*, *Enterobacter aerogenes*, dan *Citrobacter freundii*, yang mencerminkan kondisi sanitasi pasokan air. Deteksi bakteri tersebut menunjukkan praktik kebersihan yang tidak memadai dan menunjukkan kemungkinan munculnya patogen berbahaya, termasuk *Shigella*, yang dapat menyebabkan masalah gastrointestinal seperti diare dan disentri, yang merupakan ancaman serius bagi kesehatan masyarakat (Sunarti, 2016). Oleh karena itu, pemantauan bakteri koliform menjadi langkah pencegahan penting untuk mencegah

wabah penyakit yang ditularkan melalui air yang lebih besar.

Kemunculan total koliform dan *Escherichia coli* dianggap sebagai bukti pasti adanya kontaminasi mikrobiologis. Standar regulasi di Indonesia menekankan bahwa air minum dari fasilitas DAMIU hanya dapat dianggap aman jika sama sekali tidak mengandung jejak bakteri ini. Peraturan Menteri Kesehatan No. 492/MENKES/PER/IV/2010 secara khusus mengamanatkan bahwa AMIU harus bebas dari organisme koliform dan *E. coli* untuk memastikan keamanannya untuk dikonsumsi, yang menekankan pentingnya kepatuhan yang ketat terhadap standar bakteriologis (Sari, D. dkk., 2018). Persyaratan hukum ini menjadi dasar pengendalian mutu dalam distribusi dan penjualan air minum.

Salah satu metode utama yang digunakan untuk mengidentifikasi kontaminasi koliform dan *Escherichia coli* adalah teknik Angka Kemungkinan Terbesar (MPN). Prosedur analisis ini mendeteksi pertumbuhan bakteri menggunakan media selektif seperti Kaldu Laktosa (LB) dan Kaldu Empedu Laktosa Hijau Cemerlang (BGLBB), diikuti dengan uji pengenceran dalam beberapa tabung. Hasil pertumbuhan mikroba diinterpretasikan sebagai estimasi numerik keberadaan bakteri yang dinyatakan sebagai nilai MPN untuk setiap unit sampel yang diuji (Kurniawan, F. B., & Sahli, L. T., 2018). Sifat kuantitatif metode ini menjadikannya alat yang berharga untuk menilai kontaminasi mikroba dan memastikan kepatuhan terhadap peraturan.

Data dari Dinas Kesehatan Provinsi Sulawesi Selatan menunjukkan peningkatan kasus diare yang signifikan selama kuartal pertama tahun 2024, dengan total 6.650 kasus dalam delapan minggu pertama. Di antara kasus tersebut, 2.247 kasus dilaporkan pada balita, yang menunjukkan kerentanan mereka. Data tersebut juga menunjukkan 2.862 kasus pada pria dan 3.383 kasus pada wanita, yang menunjukkan bahwa masalah ini memengaruhi kedua jenis kelamin di berbagai kelompok usia. Statistik yang mengkhawatirkan ini mendorong para peneliti untuk menganalisis kontaminasi *Escherichia coli* pada depot air minum isi ulang di Distrik Tamalanrea menggunakan uji MPN, dengan tujuan untuk mengeksplorasi potensi kontribusi air yang terkontaminasi terhadap peningkatan insiden penyakit diare.

TINJAUAN PUSTAKA

Depot air minum isi ulang (DAMIU) adalah wadah usaha yang menghimpun proses pengolahan air baku hingga menjelma menjadi air layak minum, kemudian disalurkan langsung kepada masyarakat. Teknologi yang diterapkan memungkinkan air bersih diproses tanpa perebusan, melainkan melalui tahapan filtrasi dan desinfeksi yang tersusun rapi. Keberadaan DAMIU menghadirkan kemudahan bagi warga dalam memperoleh air minum yang aman. Air sendiri merupakan elemen esensial bagi kehidupan manusia, sebab tubuh memerlukan asupan cairan untuk menopang ragam fungsi vitalnya. Setiap individu diperkirakan membutuhkan sekitar 30 hingga 60 liter air setiap hari (Sekarwati, N. dkk, 2016).

Proses Pengolahan Air Minum Pada Depot Air Minum Isi Ulang

Proses produksi di DAMIU beroperasi berdasarkan prosedur terstruktur dan sistematis sebagaimana tercantum dalam Keputusan Menteri Perindustrian dan Perdagangan No. 651/MPP/Kep/10/2004. Proses ini memastikan bahwa air secara bertahap diubah dari keadaan alamnya menjadi produk yang layak konsumsi dengan mematuhi standar sanitasi yang telah ditetapkan. Setiap tahapan memainkan peran penting dalam menjaga keamanan dan keandalan air minum akhir, menunjukkan bahwa kepatuhan terhadap peraturan bukan sekadar administratif, tetapi juga fundamental bagi praktik operasional depo.

Tahap awal meliputi penyimpanan air baku, yang diangkut dari sumbernya menggunakan kendaraan tangki sebelum dipindahkan ke tangki penampung primer. Tangki ini harus terbuat dari bahan food grade seperti baja tahan karat atau polikarbonat untuk mencegah kontaminasi dan memastikan kemurnian air. Kualitas dan integritas air pada tahap awal ini sangat bergantung pada bahan yang digunakan dan kondisinya, sehingga penyimpanan yang tepat menjadi faktor krusial dalam menghasilkan air minum yang aman dan berkualitas tinggi.

Sesudah tertampung, air melewati sederet penyaringan bertingkat. Penyaring pasir menjadi penjaga terdepan, menahan partikel kasar dengan syarat kandungan silika setidaknya mencapai delapan puluh persen. Karbon aktif dari batu bara atau tempurung kelapa kemudian mengambil alih, menyerap bau, rasa, warna, sisa klorin, serta zat organik, dengan syarat daya serap iodin tidak berada di bawah tujuh puluh lima persen. Penyaringan halus melengkapi tahapan ini, menjerat partikel tersisa hingga batas sepuluh mikron, membawa air selangkah lebih dekat pada kejernihan penuh.

Desinfeksi datang sebagai tahap berikutnya momen ketika air dibebaskan dari mikroorganisme patogen. Ozon menjadi alat utama, digunakan pada konsentrasi minimal 0,1 ppm dengan residu pascapengisian antara 0,06–0,1 ppm. Bila ozon tidak digunakan, sinar ultraviolet dengan panjang gelombang 254 nm dan intensitas tak kurang dari 10.000 mW·detik/cm² menjadi alternatif yang tak kalah tegas dalam memutus kemungkinan kontaminasi.

Pada saat bersamaan, wadah yang akan menerima air menjalani proses pemurniannya sendiri. Wadah berbahan baja nirkarat, polikarbonat, atau polivinil karbonat dibersihkan dan disterilkan menggunakan ozon atau air berozon. Jika pencucian diperlukan, digunakan deterjen aman pangan dan air bersih bersuhu enam puluh hingga delapan puluh lima derajat Celsius sebelum dibilas dengan air minum atau air produk, memastikan tak ada residu yang menyisa.

Proses pengisian dilakukan dengan mesin dan peralatan yang dioperasikan di ruang higienis yang tertutup, menjaga agar air tetap steril sejak keluar dari sistem filtrasi hingga memasuki galon. Tahap akhir, yakni penutupan wadah, dilakukan menggunakan tutup yang dibawa konsumen atau yang disediakan DAMIU, menandai titik penutup dari perjalanan panjang air yang kini siap beredar sebagai air layak minum..

Regulasi Kesehatan Depot Air Minum Isi Ulang

Kerangka regulasi untuk operasional DAMIU diatur oleh Peraturan Menteri Kesehatan No. 492/MENKES/PER/IV/2010, yang menetapkan standar mutu air minum wajib di tiga domain: fisik, kimia, dan biologi. Kontaminan fisik berkaitan dengan faktor-faktor seperti keberadaan partikel atau perubahan suhu, kontaminan kimia berasal dari zat organik atau anorganik yang masuk selama pemrosesan, dan kontaminan biologis seperti bakteri, virus, dan jamur menimbulkan risiko kesehatan langsung. Standar-standar ini menekankan perlunya pengendalian yang komprehensif untuk menjamin keamanan air minum di seluruh proses produksi dan distribusinya.

Untuk memenuhi persyaratan ini, tanggung jawab pengendalian mutu diserahkan kepada Dinas Kesehatan kabupaten dan kota. Mereka wajib melakukan penilaian berkala, termasuk uji bakteriologis pada air baku setiap tiga bulan dan uji fisik setiap enam bulan. Air minum jadi menghadapi pengawasan yang lebih ketat, dengan air siap kemasan yang mewajibkan setidaknya satu uji mutu per bulan dan air minum dalam kemasan minimal dua uji bulanan. Upaya pemantauan sistematis ini menunjukkan komitmen pemerintah untuk melindungi kesehatan masyarakat dengan memastikan air minum yang aman secara konsisten.

Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Bakteriologi depot Air Minum

Higiene dan sanitasi pada DAMIU merupakan upaya menjaga agar setiap elemen ruang, peralatan, hingga para penjamah tidak menjadi celah masuknya kontaminasi yang dapat merusak kemurnian air dan membahayakan konsumen. Dalam tata kelola DAMIU, sejumlah aspek krusial perlu diperhatikan, termasuk kondisi fisik tempat pengolahan:

a. Tempat pada depot air minum

Bangunan DAMIU seyogianya berdiri kokoh, tidak rapuh, dan tidak menyediakan sudut-sudut yang dapat menjadi tempat berkembangnya vektor maupun hewan pengganggu. Lantai harus bersih, tidak licin, dan bagian yang bersentuhan dengan aliran air dirancang miring menuju saluran pembuangan agar tidak menimbulkan genangan. Dinding perlu dijaga tetap bersih serta kedap air pada area yang kerap menerima percikan, sehingga tidak menumbuhkan kelembapan

yang mengundang mikroorganisme. Warna dinding idealnya terang, mengingat vektor dan hewan pengganggu lebih memilih ruang gelap serta lembap. Pintu harus dapat menutup rapat untuk mencegah masuknya hewan, sementara ventilasi dirancang sedemikian rupa agar pertukaran udara berlangsung baik dan ruangan senantiasa kering.

b. Penjamah depot air minum

Setiap penjamah wajib berada dalam kondisi sehat untuk mencegah perpindahan penyakit melalui kontak tidak langsung. Mereka harus berperilaku higienis saat melayani konsumen, termasuk mencuci tangan dengan sabun di bawah air mengalir setiap kali menangani wadah atau air minum. Tindakan sederhana ini mampu menyingkirkan banyak mikroba yang melekat di tangan. Penjamah juga harus mengenakan pakaian kerja yang bersih dan menghindari merokok saat bekerja agar tidak mencemari produk. Pelatihan berkala diperlukan agar penjamah memahami bagaimana sumber kontaminasi dapat membawa bakteri atau virus patogen dari tubuh atau lingkungan menuju makanan dan minuman.

c. Peralatan depot air minum

Perlengkapan yang digunakan mulai dari pipa pengisian air baku, tandon, pompa hisap dan tekan, filter, mikrofilter, galon, kran pengisian dan pembilasan, hingga alat desinfeksi harus terbuat dari bahan layak pangan yang tidak melepaskan racun dan tidak mengubah mutu air minum. Seluruh peralatan wajib disterilisasi terlebih dahulu dengan penyinaran ultraviolet untuk meniadakan bakteri yang menempel. Penyinaran UV harus sepadan dengan kapasitas aliran air; bila alirannya terlalu cepat, bakteri tidak sempat mati. Untuk air minum, kapasitas ideal alat UV adalah tipe 8 GPM (sekitar 9 galon per menit), sehingga kran pengisian seharusnya digunakan untuk mengisi tidak lebih dari sekitar satu setengah botol dalam satu menit.

METODE

Penelitian ini berlandaskan rancangan deskriptif dengan pendekatan observasional. Populasinya berupa AMIU yang bersumber dari depot-depot di Kecamatan Tamalanrea. Dari tiap depot diambil sampel sebanyak 150 mL, dengan total lima depot sebagai sumber pengambilan. Uji laboratorium dilaksanakan pada bulan Oktober di Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin. Proses pengambilan sampel dilakukan langsung di lapangan pada lima depot tersebut dengan teknik aseptik guna menjaga kemurnian sampel dan menghindarkan kontaminasi. Air sampel ditampung dalam wadah steril berkapasitas 150 mL, kemudian segera dibawa menuju laboratorium.

Analisis bakteriologis menggunakan metode MPN melalui tiga tahapan uji penduga (presumptive), uji penegas (confirmed), dan uji lengkap (complete test) dengan memanfaatkan media Lactose Broth, BGLB, dan EC Broth. Hasil yang diperoleh berupa kombinasi tabung positif atau negatif dari proses fermentasi, yang selanjutnya diinterpretasikan melalui tabel statistik MPN.

PEMBAHASAN

Tabel 1.

Hasil pemeriksaan MPN menggunakan seri 3-3-3 sampel AMIU

No	Kode Sampel	Media LTB	Media BGLB	Medi EC.Broth
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1	A	-	-	-
2	B	+	+	+
3	C	-	-	-
4	D	-	-	-
5	E	+	+	+

Sumber : Data primer

Keterangan : (+) : Terbentuk gas pada tabung durham

(-) : Tidak terbentuk gas pada tabung durham

Kajian ini menunjukkan bahwa dua dari lima sampel yakni sampel B dan E mengandung bakteri koliform serta *E. coli*, sedangkan sampel A, C, dan D berada dalam kondisi bersih dari kontaminasi sehingga memenuhi standar kelayakan. Temuan tersebut menegaskan pentingnya pemantauan berkala dan pengendalian mutu yang disiplin agar keamanan serta kepatuhan produk AMIU senantiasa terjaga.

Tabel 2.
Hasil Nilai MPN (*Most Probable Number*) Bakteri *Coliform* dan *E.coli*

No	Kode Sampel	MPN (<i>Most Probable Number</i>)		Standar baku Mutu Air Minum	Ket
		<i>Coliform</i> CFU/ml	<i>E.coli</i> CFU/ml		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
1	A	0	0	0	MMS
2	B	9,1	2,2	0	TMS
3	C	0	0	0	MMS
4	D	0	0	0	TMS
5	E	12	3,6	0	TMS

Sumber : Data primer

Keterangan :

TMS : Tidak memenuhi syarat

MMS : Memenuhi syarat

Bersandar pada Tabel 1, penelitian ini memperlihatkan bahwa dua dari lima sampel air berlabel B dan E mengandung koliform serta *Escherichia coli*. Hasil positif, yang ditandai dengan simbol (+), tampak pada media Lauryl Tryptose Broth (LTB) melalui terbentuknya gelembung gas di dalam tabung Durham, suatu pertanda fermentasi bakteri. Media pun berubah dari kuning menjadi kuning tua setelah inkubasi, mengukuhkan keberadaan koliform dan *E. coli* dalam kedua sampel tersebut. Temuan ini mencerminkan tingkat kontaminasi bakteri yang cukup menonjol pada sampel B dan E.

Sebaliknya, tiga sampel lain A, C, dan D menunjukkan hasil negatif yang ditandai dengan simbol (-). Tidak ada gelembung gas yang terbentuk, dan warna media tetap kuning cerah, menandakan ketiadaan aktivitas bakteri. Kondisi ini menegaskan bahwa ketiga sampel tersebut bebas dari kontaminasi dan memenuhi standar keamanan air minum, tanpa jejak koliform maupun *E. coli*. Adanya gelembung gas serta perubahan rona media setelah inkubasi menjadi indikator penting dalam penapisan kontaminasi bakteri. Nuria dkk. (2009) menjelaskan bahwa tabung Durham berfungsi menampung gas hasil fermentasi laktosa oleh bakteri, sehingga memudahkan identifikasi aktivitas mikroba. Pembentukan gelembung gas merupakan sinyal awal keberadaan bakteri koliform yang mampu memfermentasi laktosa suatu pertanda potensi kontaminasi. Setelah indikasi awal tersebut, dilakukan pengujian penegas menggunakan Brilliant Green Lactose Bile Broth (BGLB) untuk memverifikasi kehadiran koliform dan *E. coli*.

Uji penegas yang dilakukan kemudian kembali menguatkan hasil sebelumnya, sebab produksi gas yang terus berlanjut dalam tabung Durham menandakan koliform dan *E. coli* memang hadir pada sampel yang tercemar. Kombinasi penggunaan media LTB, BGLB, dan EC Broth memungkinkan bakteri teridentifikasi dengan tepat melalui perubahan warna dan pembentukan gas yang mudah diamati. Rangkaian hasil ini meneguhkan perlunya prosedur pengujian yang disiplin agar mutu mikrobiologis air minum benar-benar terjamin sebelum dikonsumsi.

Kontaminasi yang terdeteksi pada sampel B dan E memperlihatkan bahwa AMIU di wilayah Tamalanrea belum selaras dengan baku mutu PERMENKES No. 92/MENKES/Per/IV/2010, yang mensyaratkan kadar koliform dan *E. coli* berada pada titik nol (0 CFU/mL). Sebaliknya, hasil negatif pada sampel A, C, dan D mencerminkan kepatuhan terhadap standar tersebut. Temuan ini

menegaskan betapa pentingnya pengujian mikrobiologi secara rutin serta pengendalian mutu yang ketat demi menjaga kesehatan masyarakat dan memastikan air minum tetap aman.

Permasalahan mutu AMIU yang dihasilkan depot-depot di Kecamatan Tamalanrea memperlihatkan bahwa mekanisme pengelolaan belum berjalan dengan ketelitian yang semestinya. Ketidakejajaran dengan standar mutu nasional masih tampak, menandakan adanya celah dalam praktik operasional. Beragam faktor determinan turut menyumbang penurunan kualitas air, mulai dari sanitasi lingkungan depot, perilaku higienis operator, ketepatan kinerja sistem desinfeksi baik dengan sinar UV maupun ozon hingga laju aliran air yang terlalu cepat, kebiasaan dalam proses pengisian galon, dan teknik pengemasan akhir. Ketika unsur-unsur tersebut tidak ditata dengan baik, kontaminasi mikrobiologis oleh bakteri indikator seperti *Escherichia coli* dan total koliform menjadi sulit dihindarkan.

Kontaminasi ini membawa risiko yang tidak ringan, sebab *E. coli* merupakan penanda utama pencemaran fekal; kehadirannya dalam air minum mengisyaratkan potensi hadirnya patogen enterik lain yang dapat mengancam kesehatan masyarakat, termasuk diare, disentri, dan berbagai infeksi saluran cerna (Kasim & D.P., 2014; Winandar et al., 2020; Suhestry et al., 2022; Sekarwati et al., 2016). Winandar et al. (2020) mencatat bahwa sanitasi buruk serta tidak adanya perawatan berkala terhadap peralatan merupakan pemicu dominan kontaminasi *E. coli*. Temuan ini sejalan dengan Suhestry et al. (2022), yang menunjukkan bahwa proses pengisian galon yang tidak higienis, sumber air baku yang tercemar, dan desinfeksi yang tidak optimal menjadi jalur masuk utama mikroba. Sekarwati et al. (2016) turut menegaskan bahwa pelanggaran terhadap prosedur operasional standar seperti tidak mencuci tangan, tidak mengenakan alas kaki bersih, atau struktur bangunan yang kurang mendukung sanitasi dapat membuka ruang bagi pencemaran mikrobiologis.

Merujuk Permenkes Nomor 43 Tahun 2024, aspek peralatan yang menjadi sorotan observasi meliputi kesesuaian bahan dengan standar pangan, keberadaan mikrofilter, kondisi tandon air, tata cara pembersihan wadah atau galon, mekanisme penyerahan galon kepada konsumen, ketersediaan fasilitas sterilisasi, sarana pencucian galon, hingga penyediaan tutup galon baru. Seluruh peralatan dan mesin yang bersentuhan langsung dengan bahan baku maupun produk akhir wajib dirawat dan dibersihkan secara teratur agar tidak membuka ruang bagi kontaminasi.

Peralatan memainkan peran krusial dalam mengubah air baku menjadi air siap konsumsi. Bila kondisi mesin dan perlengkapannya tidak dijaga, proses pengolahan dapat melambat, tidak efisien, atau bahkan gagal mencapai kualitas yang dipersyaratkan. Ketidakteraturan dalam perawatan dapat memicu kontaminasi mikrobiologis, termasuk kehadiran bakteri. Karena itu, setiap komponen yang digunakan oleh depot air minum (DAM) perlu mendapat perawatan rutin sesuai spesifikasi teknis masing-masing, serta diganti ketika masa pakainya telah lewat. Permukaan peralatan yang bersentuhan langsung dengan bahan baku dan air minum harus dibersihkan dan disanitasi setiap hari, serta dijaga agar tidak tertutup kerak, oksidasi, atau residu lain.

Proses pengisian dan penyegelan galon pun harus dilakukan secara higienis dalam ruang dengan standar sanitasi yang memadai. Ketidapatuhan operator terhadap prosedur pemeliharaan inilah yang kerap menjadi penyebab bertahannya bakteri dalam produk akhir (Chandra dkk., 2024).

Escherichia coli (*E. coli*) merupakan anggota keluarga bakteri koliform yang berbentuk batang (bacillus) dan tergolong Gram-negatif, yang dikenali melalui warna merah khas pada proses pewarnaan Gram. Bakteri ini lazimnya motil, bergerak dengan gesit berkat flagela peritrikus, serta dilengkapi fimbria yang memungkinkannya menaut erat pada permukaan sel inang. *E. coli* memiliki kemampuan memfermentasi laktosa, menghasilkan asam dan gas terutama pada suhu mendekati 44°C, sekaligus membentuk koloni berwarna merah muda pada media Mac Conkey. Dalam rangkaian uji IMViC, bakteri ini menunjukkan hasil positif pada Methyl Red (MR) dan negatif pada Voges-Proskauer (VP). Beberapa strain bahkan menampilkan koloni berkilau metalik pada media eosin methylene blue (EMB), sebuah ciri morfologis yang kerap digunakan sebagai penanda identifikasi. Pada media agar darah, aktivitas hemolitiknya juga dapat menjadi indikator keberadaan strain tertentu

yang lebih virulen.

Secara antigenik, *E. coli* memiliki tiga antigen utama: antigen somatik (O) yang berasal dari lipopolisakarida pada dinding sel; antigen flagelar (H) yang tersusun atas protein dan berada pada flagela; serta antigen kapsular (K) yang terbentuk dari polisakarida. Selain itu, terdapat pula antigen fimbrial (F), yakni protein adhesin yang memungkinkan bakteri menaut pada permukaan mukosa inang. Mekanisme perlekatan ini menjadi landasan penting patogenesis *E. coli*, karena menentukan kemampuan bakteri untuk menetap, bertahan, dan berkembang biak pada jaringan inang. Dengan demikian, daya adhesi yang ditopang oleh fimbria, pili, dan kapsul menjadi unsur kunci dalam timbulnya penyakit seperti diare (Prasiddhanti, A. E. T. H., & Wahyuni, 2015)

Berdasarkan hasil pemeriksaan terhadap lima sampel AMIU, tampak bahwa tiga di antaranya tidak selaras dengan standar kualitas yang ditetapkan. Ketidakterpenuhiannya ini besar kemungkinan berakar dari praktik higiene dan sanitasi yang tidak dijalankan dengan ketelitian yang layak mulai dari alur operasional hingga tahap pengemasan terakhir. Dalam praktik ideal, sebuah DAMIU semestinya memiliki fasilitas pencucian galon dan pembilasan botol, melaksanakan proses pengisian di ruang tertutup yang higienis, serta memakai tutup galon yang masih baru dan bersih. Para operator pun wajib mematuhi kaidah sanitasi personal: tidak bekerja dalam kondisi sakit menular, tidak makan, merokok, meludah, atau menggaruk bagian tubuh selama bertugas, serta mengenakan pakaian kerja yang bersih dan memenuhi standar kebersihan.

Namun, pengamatan lapangan memperlihatkan bahwa meskipun sebagian besar operator telah memakai penutup kepala dan pakaian kerja yang rapi, mereka tidak mencuci tangan sebelum maupun sesudah proses pengisian galon, dan tidak mengenakan alas kaki yang bersih atau sesuai standar sanitasi. Dari sisi pengendalian vektor, tidak ditemukan keberadaan lalat atau kecoa, meski terdapat tanda-tanda area yang berpotensi menjadi sarang tikus. Struktur bangunan depot umumnya telah memenuhi syarat teknis langit-langit rapat dan tidak bocor, dinding serta lantai kedap air, rata, dan mudah dibersihkan. Fasilitas lain seperti jamban, tempat sampah tertutup, area cuci tangan untuk pekerja, dan pencahayaan yang memadai juga tersedia sebagaimana tampak dalam hasil observasi (Sekarwati, Subagiyono, Wulandari, & Hanifah, 2016).

Hasil penelitian lain memperlihatkan bahwa dari 87 sampel air baku yang digunakan oleh DAMIU, sekitar 39,8% telah tercemar bakteri koliform dan 27,59% mengandung *Escherichia coli* (*E. coli*). Pada sampel AMIU, tingkat kontaminasi justru lebih tinggi: 52,87% positif koliform dan 22,29% mengandung *E. coli*. Deretan angka ini menandakan bahwa proses pengolahan air di banyak DAMIU belum mampu menyingkirkan cemaran mikrobiologis hingga tuntas. Padahal, air minum yang layak konsumsi harus sepenuhnya bebas dari mikroorganisme patogen, terutama bakteri indikator pencemaran fekal seperti koliform dan *E. coli*. Kedua bakteri tersebut merupakan flora normal usus manusia dan hewan berdarah panas; karena itu, keberadaannya dalam air minum merupakan isyarat biologis yang tegas mengenai kontaminasi tinja. Sesuai standar baku mutu air minum, batas maksimum yang diperkenankan untuk *E. coli* dan total koliform adalah 0 per 100 mL sampel (Kasim & D., 2014).

Air minum yang tidak memenuhi syarat kesehatan dapat berubah menjadi medium penyebaran ragam penyakit, khususnya yang dipicu mikroorganisme patogen. Mikroba ini memasuki tubuh melalui jalur oral, kemudian menginfeksi saluran pencernaan dan memunculkan infeksi enterik. Sumber utama infeksi tersebut umumnya bukan berasal dari air itu sendiri, melainkan dari kontaminasi tinja manusia atau hewan yang membawa patogen enterik. Kontaminasi semacam ini terjadi ketika sanitasi dan pengelolaan air tidak dijalankan dengan saksama. Salah satu indikator paling jelas dari kontaminasi fekal ialah keberadaan *Escherichia coli*, yang dikenal sebagai pemicu infeksi saluran cerna termasuk diare terutama bila dikonsumsi melalui air minum yang telah tercemar (Rahayu, C. S., Setiani, O., & Nurjazuli, N., 2013).

KESIMPULAN

Uji pendeteksian koliform dan *E. coli* pada sampel AMIU di wilayah Tamalanrea memperlihatkan bahwa dua dari lima sampel tidak lolos persyaratan mutu, sementara tiga sisanya masih berada dalam batas keamanan yang dipersyaratkan. Temuan ini menegaskan kebutuhan akan peningkatan pemahaman serta pendidikan mengenai praktik kebersihan DAMIU yang benar. Upaya sosialisasi dan pelatihan sanitasi yang terarah dapat menjadi perisai penting dalam menekan risiko kontaminasi bakteri, sehingga AMIU yang beredar di masyarakat tetap aman untuk dikonsumsi.

DAFTAR PUSTAKA

- Chandra, T., Meliyanti, F., & Yustati, E. (2024). Faktor hygiene sanitasi pada depot air minum isi ulang (DAMIU). *Jurnal 'Aisyiyah Medika*, 9(1).
- Fathoni, A., Erly, E., & Endrinaldi. (2015). Identifikasi bakteri *Escherichia coli* pada air minum isi ulang yang diproduksi depot air minum isi ulang di Kecamatan Padang Selatan. *Jurnal Kesehatan Andalas*, 4(2), 125–132.
- Kasim, K. P., & D., P. (2014). Faktor-faktor yang berhubungan dengan cemaran mikroba dalam air minum isi ulang pada depot air minum Kota Makassar. *Jurnal Kesehatan*, 13, 39–44.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2010). *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang persyaratan kualitas air minum*. Jakarta: Departemen Kesehatan RI.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2014). *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 43 Tahun 2014 tentang higiene sanitasi depot air minum*. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI.
- Khoeriyah, A., & Anies. (2015). Aspek kualitas bakteriologis depot air minum isi ulang (DAMIU) di Kabupaten Bandung Barat. *Majalah Kedokteran Bandung*, 47(3).
- Kurniawan, F. B., & Sahli, I. T. (2018). *Bakteriologi: Praktikum teknologi laboratorium medik*. Jakarta: EGC.
- Pelczar, M. J., Chain, E. C. S., Krieg, N. R., & Aneja, K. R. (2001). *Pelczar's Microbiology* (6th rev. ed.). New Delhi: Medtec Science Press.
- Prasiddhanti, A. E. T. H., & Wahyuni. (2015). Karakter permukaan *Escherichia coli* yang diisolasi dari susu kambing Peranakan Ettawah yang berperan terhadap kemampuan adesi pada sel epitelium ambing. *Jurnal Sain Veteriner*, 33(1).
- Rahayu, C. S., Setiani, O., & Nurjazuli, N. (2013). Faktor risiko pencemaran mikrobiologi pada air minum isi ulang di Kabupaten Tegal. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 12(1), 1–9.
- Sari, D. N. V., Sari, P. K., & Ramadhani, D. (2018). Deteksi MPN *Coliform* pada air minum isi ulang di Kecamatan Pengaron. *Laporan Penelitian*, Akademi Analisis Kesehatan Banjarbaru.
- Sekarwati, N., Subagiyono, W., Wulandari, D., & Hanifah, N. (2016). Analysis of total coliform in clean water and *Escherichia coli* in drinking water at refill drinking water depots in the working area of Puskesmas Kalasan, Sleman. *Kesmas: Jurnal Kesehatan Masyarakat Nasional (National Public Health Journal)*, 10(2), 58–63.
- Suhestry, A. D., Rizal, S., Suroso, E., & Kustyawati, M. E. (2022). Analisis mikrobiologi, fisika dan kimia air minum isi ulang dari depot di Kampung Baru, Kedaton, Bandar Lampung. *Jurnal Agroindustri Berkelanjutan*, 1(1), 121–129.
- Sunarti, & Novita, R. (2016). Uji kualitas air sumur dengan menggunakan metode MPN (Most Probable Numbers). *Bioilmi*, 1(1).
- Winandar, A., Muhammad, R., & Irmansyah, I. (2020). Analisis *Escherichia coli* dalam air minum isi ulang pada depot air minum (DAM) di wilayah kerja Puskesmas Kuta Alam Banda Aceh. *Serambi Saintia: Jurnal Sains dan Aplikasi*, 8(1), 53–61.
- Zikra, W., Amir, A., & Putra, A. E. (2018). Identifikasi bakteri *Escherichia coli* (*E. coli*) pada air minum di rumah makan dan cafe di Kelurahan Jati serta Jati Baru Kota Padang. *Jurnal Kesehatan Andalas*, 7(2).