

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Air

Air memiliki peran yang sangat vital bagi kelangsungan hidup manusia, mengingat lebih dari 65% tubuh manusia terdiri atas air. Oleh karena hal tersebut, penting untuk memahami karakteristik air yang layak dan sehat untuk dikonsumsi. Air yang sehat adalah air yang tidak tercemar oleh zat-zat berbahaya yang berpotensi menimbulkan penyakit, sesuai dengan standar nasional yang ditetapkan. Kandungan seperti saponin dapat berfungsi menghambat kerja enzim lipase pankreas dan mengurangi penyerapan lemak di usus (Abdillah dkk., 2022).

Air memiliki karakteristik yang sangat vital bagi keberlangsungan hidup. Selain dimanfaatkan untuk aktivitas harian seperti mencuci, mandi, memasak, dan dikonsumsi, air juga berperan sebagai lingkungan tempat tumbuh dan berkembangnya mikroorganisme, termasuk bakteri. Di samping itu, air minum berfungsi penting dalam mendukung proses metabolisme tubuh manusia (Misrofah dan Purwantisari, 2021). Air juga merupakan elemen kunci dalam menunjang kesejahteraan serta kesehatan manusia. Air bersih harus bebas dari polusi, termasuk partikel seperti pasir, dan air untuk kebutuhan minum yang layak diharuskan memenuhi kriteria fisik, kimia, mikrobiologis, serta radioaktif. Penurunan kualitas air, baik melalui langsung maupun tidak langsung, dapat berdampak negatif terhadap kesehatan (Abdillah dkk., 2022).

Mengingat betapa pentingnya air bagi kelangsungan hidup, pengelolaannya harus dilakukan dengan sangat cermat. Air dapat menjadi faktor yang memengaruhi kesehatan, terutama sebagai penyebab penyakit yang ditularkan melalui air atau *Waterborne Diseases*, dengan peran sebagai:

- a. Sarana penularan langsung penyakit ke manusia,
- b. Media bagi perkembangan agen penyakit, dan
- c. Sumber penyebab penyakit pada manusia.

Menurut Alfian dkk., (2021) penyakit-penyakit akut yang muncul dalam waktu singkat (beberapa jam hingga dua hari) sering kali ditularkan melalui air, dengan penyebab utamanya berupa bakteri, virus, atau mikroorganisme lainnya. Berikut ini beberapa contohnya:

1. Penyakit Kolera

Bakteri *Vibrio cholerae* merupakan penyebab penyakit kolera. Penyakit ini tergolong jenis gastroenteritis pada manusia yang timbul karena efek mengkonsumsi makanan minuman yang terkontaminasi bakteri tersebut. Di negara-negara maju, kasus kolera sangat jarang terjadi karena standar kebersihan yang tinggi, terutama dalam proses pengolahan air minum, termasuk upaya eliminasi bakteri patogen serta penggunaan disinfektan selama proses tersebut.

2. Demam *typhoid*

Typhoid disebabkan oleh bakteri *Salmonella typhi* tipe A, B, C, dan D. Kontaminasi air minum oleh bakteri *Salmonella* dapat mengakibatkan gangguan saluran pencernaan seperti gastroenteritis dan penyakit tifoid. Penularan penyakit ini umumnya bersumber dari kotoran manusia atau hewan yang mencemari lingkungan. *Salmonella*, penyebab tifoid, merupakan bakteri gram negatif yang berpotensi menimbulkan infeksi serius pada manusia.

3. *Dysentri*

Penyakit disentri disebabkan oleh *Entamoeba histolytica* dan *Shigella dysenteriae*, yang termasuk dalam jenis *amoeba*. Penularan penyakit ini terjadi

melalui tinja yang terkontaminasi, kemudian dihindangi oleh lalat dan berpindah ke makanan atau minuman yang dikonsumsi oleh manusia.

4. Penyakit Diare

Penyakit diare merupakan suatu kondisi ditandai dengan perubahan frekwensi buang air besar dan tekstur tinja yang menjadi lebih cair. Gangguan ini, yang sering dikenal sebagai mencret, bisa disebabkan oleh berbagai bakteri seperti *Shigella*, *Salmonella*, *Escherichia coli*, serta oleh virus dan agen infeksi lainnya.

5. Hepatitis

Hepatitis merupakan suatu penyakit yang disebabkan oleh virus hepatitis. Penyakit-penyakit kronis yang ditularkan melalui air umumnya muncul setelah zat pencemar menumpuk dalam tubuh selama bertahun-tahun. Penyebab utama dari penyakit ini biasanya adalah kandungan senyawa kimia, baik organik maupun anorganik, yang terdapat di dalam perairan. Kandungan-kandungan senyawa organik dalam air bervariasi tergantung wilayah atau lokasi geografis. Penyakit kronis yang dapat ditimbulkan antara lain kanker atau tumor, penurunan kecerdasan, perubahan genetik yang dapat memengaruhi keturunan di masa depan, keracunan genetik, gangguan pada sistem saraf, kelainan pada perkembangan janin (malformasi), serta kerusakan pada jantung dan pembuluh darah (penyakit kardiovaskular) (Alfian dkk., 2021).

B. Air Minum

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.492/Menkes/Per/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum, Air minum merupakan air yang baik telah melalui proses pengolahan maupun belum, namun telah memenuhi persyaratan kesehatan sehingga layak untuk dikonsumsi secara langsung. Air tersebut memiliki mutu yang sesuai dengan standar

kesehatan dan tidak memerlukan perlakuan lebih lanjut sebelum diminum. Perbedaan utama antara air bersih dan air minum terletak pada tingkat kualitasnya, di mana air minum memiliki standar yang lebih tinggi. Untuk mencapai kualitas tersebut, air minum harus memenuhi 3 kelompok parameter utama, yaitu parameter secara kimia, fisika, dan biologi (Permenkes, 2010). “Air minum merupakan air yang telah diolah maupun tidak diolah, dan telah memenuhi standar kesehatan sehingga aman untuk dikonsumsi secara langsung”, sebagaimana diatur dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023 tentang Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 mengenai Kesehatan Lingkungan (Permenkes, 2023).

Sumber air minum memegang peranan vital dalam ketersediaan air untuk kebutuhan minum. Dewasa ini, air merupakan salah satu hal yang ketersediaannya semakin terbatas, jadi pengelolaannya seharusnya dilakukan secara bijak. Air baku adalah air yang telah memenuhi kriteria sebagai air bersih berdasarkan peraturan yang ditetapkan dalam Keputusan Menteri Kesehatan, yang bertujuan untuk mengatur dan mengendalikan kualitas air minum. Penentuan lokasi sumber air baku perlu memperhatikan jarak yang cukup aman dari kemungkinan sumber kontaminasi, serta harus disertai pemantauan secara berkala melalui uji laboratorium guna menjamin kualitas air tersebut (Restiyani, 2019).

Berdasarkan “Keputusan Menteri Perindustrian No. 96/M-IND/PER/12/2011 mengenai persyaratan teknis untuk industri air minum dalam kemasan (AMDK), sumber air yang digunakan dapat berasal dari air tanah, air permukaan, maupun air laut” (Keputusan Menteri Perindustrian, 2011). Sementara itu, “Peraturan Pemerintah No. 16 Tahun 2005 tentang Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum” menyebutkan bahwa sumber air baku yang digunakan untuk keperluan

air minum dapat berasal dari beragam jenis, antara lain air tanah, air permukaan, maupun air hujan (Peraturan Pemerintah RI, 2005).

Air minum isi ulang merupakan salah satu jenis air siap konsumsi yang tidak memerlukan perebusan karena telah melewati proses pemurnian, seperti penyinaran menggunakan sinar ultraviolet, ozonisasi, atau kombinasi keduanya. Saat ini, tingkat kesadaran masyarakat terhadap pentingnya konsumsi air yang sesuai standar kesehatan semakin meningkat. Seiring dengan hal tersebut, jumlah Depo Air Minum Isi Ulang yang menyediakan air siap minum juga terus bertambah dan tersebar luas di berbagai wilayah (Rosita, 2014).

Seiring kemajuan zaman, semakin banyak orang yang memilih air minum isi ulang sebagai sumber konsumsi harian. Oleh karena itu, menjaga kebersihan sumber air menjadi hal yang krusial agar tidak tercemar oleh limbah manusia, yang berpotensi menjadi sarana penyebaran mikroorganisme penyebab penyakit. Oleh karena itu, sebelum suatu air dinyatakan layak sebagai air minum, perlu dipastikan bahwa air tersebut telah memenuhi standar kualitas, diketahui asal sumbernya, serta telah melalui proses pengolahan yang sesuai terhadap air baku dari sumber tersebut (Sari, 2023).

Penggunaan harian air minum isi ulang di kalangan masyarakat perkotaan menunjukkan peningkatan yang signifikan, salah satunya faktornya antara lain kondisi air di tanah yang semakin tercemar. Air isi ulang menjadi solusi alternatif yang terjangkau dan efisien dalam memenuhi konsumsi air sehari-hari. Inilah yang mendorong masyarakat lebih memilih jenis air ini sebagai sumber air minum mereka (Rosita, 2014).

C. Depo Air Minum Isi Ulang

DAMIU atau Depo Air Minum Isi Ulang yaitu sebuah usaha/badan yang bertujuan untuk menyediakan air minum bagi masyarakat tanpa menggunakan kemasan, melainkan dijual secara curah. Air minum jenis ini lebih ekonomis dibandingkan produk air dalam kemasan, akan tetapi tidak semua depot isi ulang tersebut terjamin kualitasnya (Mila dkk., 2020).

Depot Air Minum merupakan unit usaha yang mengelola air dalam skala besar dan mendistribusikannya langsung kepada konsumen, biasanya dalam kemasan galon berisi air siap konsumsi. Air ini dapat dibeli di berbagai toko swalayan dengan harga yang jauh lebih murah, bahkan mencapai se-pertiga dari harga produk air dalam kemasan ber-merk. Kendati permintaan terhadap air jenis ini semakin tinggi, sebagian masyarakat masih memiliki keraguan terhadap kualitas air tersebut (Darlan dkk., 2022).

Usaha depo air isi ulang biasanya dijalankan dengan skala perorangan dan berfokus pada pengolahan air baku menjadi air jadi yang layak untuk konsumsi, lalu di jual secara langsung pada pelanggan. Keuntungan dari keberadaan depot seperti ini meliputi ketersediaan air yang sehat dan aman untuk diminum, tersedianya air dalam jumlah memadai untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga, serta kontinuitas penyediaannya. Namun, di balik pertumbuhan pesat jumlah depo air minum isi ulang, masih banyak yang beroperasi tanpa mengikuti regulasi dan standar yang memadai, sehingga berpotensi menimbulkan dampak buruk. Salah satu isu krusial saat ini adalah rendahnya kepastian terhadap kualitas air minum yang dihasilkan. Apabila tidak ada pengawasan dari pihak berwenang, hal tersebut berpotensi menimbulkan berbagai gangguan kesehatan salah satunya keracunan serta timbul penyakit yang disebabkan oleh bakteri patogen yang mencemari air.

Kondisi ini diperparah dengan masih banyaknya media penampungan untuk air minum yang belum sesuai dengan standar kesehatan. Padahal, syarat utama kualitas air minum adalah diharuskan terbebas dari kontaminasi bakteri *E. coli* dan *coliform* (Sabariah, 2019).

Air kemasan isi ulang sampai hari ini tetap menjadi pilihan yang utama bagi masyarakat dalam memenuhi kebutuhan air sehari-hari. Harga yang jauh lebih rendah apabila dibandingkan dengan air dalam kemasan bermerk menjadi salah satu alasan utama tingginya minat masyarakat terhadap air isi ulang. Namun demikian, secara mikrobiologis, kualitas dari air minum isi ulang masih dipertanyakan, karena proses pengolahannya memungkinkan adanya potensi kontaminasi bakteri (Azhar dan Wahyuda, 2021).

Air kemasan yang dijual melalui depot isi ulang umumnya telah melewati proses menggunakan sinar ultraviolet atau proses ozon, serta melewati berbagai tahapan upaya penyaringan. Hal ini bertujuan untuk menghasilkan produksi air bersih yang layak digunakan masyarakat. Sejalan dengan tumbuhnya kesadaran masyarakat terhadap pentingnya air bersih bagi kesehatan, jumlah usaha yang menyediakan air minum isi ulang turut mengalami peningkatan. Selain harganya yang relatif ekonomis, air isi ulang juga mudah diakses karena tersedia di berbagai tempat. Meskipun demikian, air jenis ini tetap memiliki potensi untuk terkontaminasi oleh bakteri, terutama apabila pengelolaan dan pengolahan air tidak dilakukan dengan prosedur yang benar. Pengolahan air minum yang dilakukan secara manual dan tidak otomatis juga berisiko menurunkan kualitas air. Oleh sebab itu, diperlukan adanya pengujian secara berkala guna memastikan bahwa kualitas air telah memenuhi standarnya (Sabariah, 2019).

Keberadaan Depot Air Minum Isi Ulang memberikan dampak positif bagi masyarakat, yakni melalui penyediaan stok air minum yang aman, sehat serta memiliki kualitas baik dengan harga yang terjangkau di berbagai lapisan masyarakat. Namun demikian, jika pengelolaan depot ini tidak diawasi secara ketat dan tidak mengikuti peraturan yang telah ditetapkan oleh pemerintah, depot air isi ulang dapat berisiko menimbulkan masalah kesehatan bagi konsumen (Fangidae dkk., 2020).

Teknologi produksi air isi ulang umumnya cukup sederhana. Prosesnya meliputi tahap penyaringan serta desinfeksi menggunakan sinar ultraviolet atau ozon. Fasilitas dan peralatan produksi biasanya tersedia dalam bentuk paket yang dapat dibeli dengan biaya terjangkau, sehingga cocok bagi pelaku usaha berskala kecil. Beberapa faktor penting yang harus diperhatikan dalam operasional depo air isi ulang mencakup kualitas air baku yang dipergunakan, kebersihan/sanitasi fasilitas produksi, perawatan peralatan secara rutin, serta pengawasan mutu produk secara menyeluruh.

Dalam industri depot air minum isi ulang, terdapat beberapa metode pengolahan utama, yaitu (Ashok Paidalwar and Khedikar, 2016) :

1. Sterilisasi UV (Ultraviolet)

Sterilisasi UV adalah metode desinfeksi yang menggunakan sinar ultraviolet dengan panjang gelombang sekitar 200–280 nm (dikenal sebagai UV-C) untuk menonaktifkan mikroorganisme seperti bakteri, virus, dan protozoa.

2. Ozonisasi

Ozonisasi adalah proses sterilisasi air dengan menggunakan ozon (O_3), yaitu gas reaktif yang terdiri dari tiga atom oksigen. Ozon merupakan oksidator

kuat yang mampu membunuh mikroorganisme dan mengoksidasi senyawa organik serta logam berat.

3. Reverse Osmosis (RO)

Reverse Osmosis (RO) adalah proses pemurnian air dengan cara memaksa air melewati membran semipermeabel untuk menyaring ion, molekul besar, dan mikroorganisme.

D. Persyaratan Kualitas Air Minum

Kualitas air minum di Negara Indonesia wajib memenuhi ketentuan yang diatur dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023 . Setiap unsur yang terkandung di dalam air minum seharusnya sesuai standar kesehatan yang mencakup tiga aspek utama, yaitu mikrobiologis, fisik, dan kimia. (Hayu, 2018) Berikut adalah tabel yang memuat daftar parameter utama terkait persyaratan kualitas air minum berdasarkan “Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023”, yang merupakan pelaksanaan dari “Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 tentang Kesehatan Lingkungan”.

Tabel 1.

Parameter Wajib Persyaratan Kualitas Air Minum

No.	Jenis Parameter	Kadar Maximum yang di perbolehkan	Satuan	Metode Pengujian
1	Mikrobiologi			
	1. <i>Escherichia coli</i>	0	CFU/100mL	SNI/APHA
	2. <i>Total Coliform</i>	0	CFU/100mL	SNI/APHA

Sumber : “Permenkes RI No. 2 Tahun 2023”

E. Kualitas Bakteriologis Air

1. Total *coliform*

Secara indikator mikrobiologis, bakteri *coliform* ditentukan sebagai indikator sebab jumlahnya sebanding dengan kadar pencemaran air. Keberadaannya dapat menunjukkan potensi kontaminasi oleh patogen seperti virus, protozoa, dan parasit. Bakteri tersebut memiliki ketahanan yang lebih tinggi dibandingkan patogen lainnya serta lebih mudah untuk diisolasi dan dibiakkan di laboratorium. *Coliform* fekal merupakan indikator adanya kontaminasi oleh bakteri patogen, karena jumlah koloninya berkaitan langsung dengan keberadaan patogen tersebut (Alfian dkk., 2021).

Penggunaan *coliform* sebagai indikator dipilih karena proses pendeteksiannya lebih tergolong cepat, efisien dan sederhana dibandingkan identifikasi bakteri patogen lainnya. Contoh dari *coliform* antara lain *Escherichia coli* dan *Enterobacter aerogenes*. Oleh karena itu, *coliform* digunakan sebagai penanda kualitas air semakin rendah jumlah *coliform*, maka semakin baik kualitas air tersebut (Alfian dkk., 2021).

2. *Escherichia coli*

Kehadiran mikroorganisme didalam air umumnya dikaitkan tercemarnya air minum dari limbah manusia maupun hewan. Penyakit infeksi akibat paparan patogen seperti bakteri, virus dan parasit menjadi ancaman kesehatan paling sering terjadi akibat konsumsi air yang tidak higienis. Keberadaan *Escherichia coli* (*E. coli*) menjadi fokus utama dalam pemeriksaan sampel air karena bakteri tersebut berfungsi sebagai indikator kondisi sanitasi air (Alfian dkk., 2021)

Escherichia coli merupakan salah satu bakteri yang termasuk dalam keluarga *Enterobacteriaceae*, yang dikenal sebagai kelompok bakteri enterik karena dapat hidup dan berkembang dalam sistem pencernaan. *Escherichia coli* berbentuk batang, bersifat Gram negatif, anaerob fakultatif, tidak membentuk spora, dan secara alami ditemukan di usus mamalia. Dalam genus *Escherichia*, terdapat dua spesies utama, yaitu *Escherichia coli* dan *Escherichia hermannii*. Bakteri ini memiliki ukuran sekitar 1,0–1,5 µm x 2,0–6,0 µm, dapat bergerak menggunakan flagela atau tidak bergerak sama sekali, mampu tumbuh di lingkungan dengan atau tanpa oksigen, serta tetap bertahan hidup meskipun nutrisi di lingkungan sangat terbatas (Sari, 2023).

Sifat patogenik *Escherichia coli* diklasifikasikan ke dalam beberapa tipe berdasarkan cara kerja patogenitasnya, tingkat virulensinya, serta gejala klinis yang ditimbulkan. Berdasarkan mekanisme patogenitasnya, *Escherichia coli* digolongkan menjadi *Enterotoxigenic Escherichia coli* (ETEC), *Enteropathogenic Escherichia coli* (EPEC), *Enterohemorrhagic Escherichia coli* (EHEC), *Enteroinvasive Escherichia coli* (EIEC), dan *Enteroadgregative Escherichia coli* (EAEC) (Rahayu, Nurjanah dan Komalasari, 2018).

Jenis *Escherichia coli* yang berperan sebagai agen penyebab penyakit yang ditularkan melalui makanan minuman diklasifikasikan ke dalam beberapa golongan sebagai berikut (Sari, 2023):

a. Jenis *Escherichia coli* enteropatogenik (EPEC)

Jenis ini merupakan penyebab utama diare pada bayi. *Enteropathogenic Escherichia coli* (EPEC) memiliki struktur fimbriae, memproduksi toksin yang bersifat tahan panas maupun tidak, serta menggunakan protein adhesi yang disebut intimin untuk menempel pada sel mukosa usus. Infeksi akibat

EPEC umumnya menimbulkan diare cair yang dapat sembuh dengan sendirinya, meskipun dalam beberapa kasus dapat berkembang menjadi kondisi yang menetap. Penggunaan antibiotik dapat mempercepat proses penyembuhan diare yang disebabkan oleh bakteri ini.

b. Jenis *Escherichia coli* enterotoksigenik (ETEC)

Enterotoxigenic E. coli (ETEC) merupakan jenis bakteri yang menjadi penyebab diare pada anak-anak dan para pelancong yang mengunjungi wilayah dengan sanitasi yang kurang baik. Oleh karena itu, infeksi yang ditimbulkan oleh bakteri ini sering dikenal sebagai "diare wisatawan". ETEC memiliki faktor kolonisasi yang spesifik untuk manusia, yaitu fimbrial adhesin, yang memungkinkannya menempel pada sel epitel usus halus dan biasanya menimbulkan diare tanpa disertai demam. Untuk mencegah diare jenis ini, disarankan agar lebih waspada dalam memilih makanan, terutama yang berisiko terkontaminasi ETEC.

c. Jenis *Escherichia coli* enteroinvasif (EIEC)

Infeksi ini disebabkan oleh bakteri *Shigella. Enteroinvasive E. coli* (EIEC) menyerang dan memperbanyak diri di sel epitel usus besar (kolon), yang mengakibatkan kerusakan pada jaringan tersebut. Gejala klinis akibat infeksi EIEC menyerupai diare yang dipicu oleh *Shigella*, umumnya disertai demam.

d. Jenis *Escherichia coli* enterohemoragik (EHEC)

Jenis bakteri tersebut menghasilkan racun verotoksin, dinamakan demikian karena memiliki efek merusak sel (sitotoksik) terhadap sel vero/sel ginjal yang berasal dari hewan monyet hijau Afrika. *Enterohemorrhagic E. coli* (EHEC) dapat memicu terjadinya kolitis hemoragik, yaitu diare parah disertai

perdarahan, serta sindrom uremik hemolitik sebuah kondisi gagal ginjal akut yang diikuti oleh anemia hemolitik mikroangiopatik serta penurunan jumlah trombosit.

e. Jenis *Escherichia coli enteroagregatif* (EAEC)

Bakteri tersebut dapat menyebabkan diare akut maupun kronis, dan menyebabkan diare di negara-negara berkembang. *Enteraggregative E. coli* (EAEC) menempel pada sel-sel manusia dengan pola yang tergolong khas/unik, serta menimbulkan diare tidak berdarah, non invasif, dan tak memicu peradangan pada mukosa usus. EAEC diduga menghasilkan racun yang dikenal sebagai EAST (*Enteraggregative ST toxin*), yaitu jenis enterotoksin yang sensitif terhadap panas. Selain hal itu, EAEC menghasilkan hemolisin mirip dengan *E. coli* yang dapat menyebabkan infeksi pada saluran kemih.

F. Penyakit Diare

Diare adalah gangguan kesehatan ditandai konsistensi dan bentuk kotoran/feses yang berubah menjadi lebih lunak hingga cair, disertai meningkatnya frekuensi dari buang air besar, yaitu minimal 3 kali sehari. Kondisi tersebut umumnya disebabkan oleh adanya kontaminasi bakteri pada air, dengan jenis bakteri yang paling sering ditemukan meliputi *Escherichia coli*, *Salmonella*, dan *Shigella* (Restina dkk, 2016).

Terdapat hal-hal yang memengaruhi timbulnya diare, di antaranya adalah faktor dari individu, budaya hidup bersih dan sehat, serta faktor kebersihan lingkungan. Faktor yang dapat memicu diare mencakup kualitas air yang tercemar, kepadatan hunian yang tinggi, serta keterbatasan akses terhadap fasilitas air bersih. Faktor individu seperti kekurangan gizi juga turut berperan. Sementara

itu, perilaku yang berisiko meliputi kurangnya kebiasaan mencuci tangan sebelum makan, pengolahan makanan yang tidak higienis, penggunaan alat makan yang tidak dicuci sebelum dipakai, serta tidak menerapkan sistem septic tank, yang menyebabkan limbah tersebut berpotensi mencemari tanah dan sumber air (Restina dkk, 2016).

Diare menjadi hal utama terjadinya kematian pada bayi dan balita. Selain menyebabkan gangguan pertumbuhan dan penurunan status gizi, diare juga dapat menimbulkan kehilangan cairan yang signifikan. Dalam kondisi yang parah, tinja bisa sangat cair, bahkan menyerupai air, dan frekwensi buang air besar bisa meningkat >3 kali sehari. Kehilangan banyak zat elektrolit secara mendadak dapat mengakibatkan dehidrasi berat, kerusakan organ, hingga kondisi koma (Hutasoit, 2020).

G. Metode MPN

“*Most Probable Number*” adalah metode yang diaplikasikan untuk memperkirakan jumlah mikroorganisme melalui analisis pertumbuhan mikroba dalam media cair tertentu yang ditanam dalam serangkaian tabung. Sampel yang dianalisis dapat berupa bahan padat atau cair, dan hasil dari metode ini memberikan estimasi jumlah mikroorganisme dengan tingkat kedekatan yang tinggi terhadap kondisi sebenarnya. Bakteri *coliform* dijadikan sebagai indikator untuk mendeteksi potensi pencemaran dalam air. Untuk menilai kualitas air secara bakteriologis, keberadaan bakteri *coliform* ditentukan melalui pengujian khusus yang umumnya didasarkan pada metode *Most Probable Number* (Afifah, F. 2019).

Media dipergunakan untuk metode MPN adalah (LBSS) *lactose broth single strength*, (LBDS) *lactose broth double strength*, dan (BGLB) *brilliant green*

lactose bile broth. Dalam penggunaan *lactose Broth*, kehadiran bakteri yang mampu memfermentasi laktosa ditunjukkan dengan pembentukan gas yang ada di dalam tabung Durham. BGLBB berfungsi sebagai media selektif yang mendukung pertumbuhan bakteri *coliform* dan *escherichia coli*. Medium ini mengandung zat asam bile yang berfungsi menghambat pertumbuhan bakteri Gram positif atau jenis bakteri lain di luar kelompok *coliform* dan *Escherichia coli* (Afifah, F. 2019).

Prinsip utama dalam menentukan jumlah bakteri *coliform* adalah mendeteksi pertumbuhan bakteri melalui pembentukan gas dalam tabung durham. Gas ini terbentuk setelah proses inkubasi dilakukan dalam media *lactose broth* konsentrasi tunggal, *lactose broth* konsentrasi ganda, dan *brilliant green lactose bile broth* (Afifah, F. 2019).

Uji *coliform* dapat dilakukan dengan 3 tahapan metode pengujian. Tiga pengujian secara lengkap tersebut yaitu :

1. Uji pendahuluan (*Presumptive test*)

Pada tahap uji pendahuluan (*presumptive test*), sampel air diinokulasikan ke dalam medium *lactose broth* yang dilengkapi dengan tabung Durham, kemudian diinkubasi selama 24 hingga 48 jam pada suhu 35°C–37°C. Indikator adanya bakteri *coliform* ditunjukkan oleh pembentukan gas di dalam tabung Durham. Jika terjadi pembentukan gas, maka pengujian dilanjutkan ke tahap uji penegasan (*confirmed test*). Sebaliknya, jika hingga 48 jam inkubasi tidak terdapat pembentukan gas, maka hasil dianggap negatif dan pengujian tidak dilanjutkan ke tahap berikutnya (Afifah, F. 2019).

2. Uji penegasan (*Confirmatif test*)

Tabung yang menunjukkan hasil positif pada uji pendugaan kemudian dilanjutkan ke tahap uji penegasan (*confirmed test*). Sampel yang menghasilkan gas diinokulasikan ke dalam medium *brilliant green lactose bile broth* (BGLB) dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 48 jam. Medium ini diformulasikan untuk menghambat pertumbuhan bakteri Gram-positif dan mendukung proliferasi bakteri Gram-negatif, termasuk kelompok *coliform*, melalui kandungan laktosa dan garam empedu yang merangsang fermentasi oleh bakteri tersebut. Keberadaan *coliform* dalam sampel ditandai oleh pembentukan gas dan asam sebagai hasil fermentasi laktosa. *Coliform* merupakan kelompok bakteri indikator yang digunakan untuk mendeteksi adanya kontaminasi fekal dan kualitas sanitasi air yang buruk. Kehadiran *coliform* dalam makanan atau minuman menunjukkan potensi keberadaan mikroorganisme enteropatogenik atau toksigenik yang dapat membahayakan kesehatan manusia (Afifah, F. 2019).

3. Uji pelengkap (*Complete test*)

Uji pelengkap (*completed test*) dilakukan dengan mengambil 1–2 ose dari sampel positif sebelumnya, lalu diinokulasikan ke dalam tabung uji pelengkap yang berisi 10 mL medium *brilliant green lactose bile broth* (BGLB). Salah satu tabung diinkubasi pada suhu 37°C untuk konfirmasi keberadaan bakteri *coliform*, sedangkan tabung lainnya diinkubasi pada suhu 44°C untuk mengidentifikasi keberadaan *Escherichia coli*. Proses inkubasi berlangsung selama 24 jam, dan apabila belum menunjukkan hasil positif, dapat diperpanjang hingga 48 jam. Indikasi hasil positif ditandai dengan pembentukan gas dalam tabung Durham. Metode ini menghasilkan nilai most probable number (MPN), yaitu estimasi jumlah unit pertumbuhan (*growth unit*)

atau unit pembentuk koloni (*colony forming unit*/CFU) dalam sampel. Nilai MPN biasanya dinyatakan dalam satuan per 100 mL; semakin rendah nilai MPN, semakin baik kualitas air untuk dikonsumsi. Dalam air minum yang diproduksi secara higienis, jumlah total *coliform* umumnya sangat rendah atau bahkan tidak terdeteksi (Afifah, F. 2019).