

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Air

Air adalah molekul kimia yang terdiri dari satu atom oksigen dan dua atom hidrogen yang terikat secara kovalen. Air merupakan kebutuhan esensial bagi seluruh makhluk hidup. Namun, kualitas air sering menjadi masalah global akibat kontaminasi dan kurangnya sanitasi yang memadai. Pembuangan limbah cair atau kotoran manusia di tempat terbuka dapat mencemari air tanah dan permukaan, sehingga menurunkan kualitas air. Menurut World Health Organization (WHO), sekitar 2 miliar orang mengonsumsi air yang tercemar oleh tinja. Beberapa penyakit yang dapat muncul akibat mengonsumsi air berkualitas buruk meliputi diare, disentri, kolera, dan lain-lain. Kontaminasi mikrobiologis pada air minum menyebabkan sekitar 485.000 kematian akibat diare setiap tahunnya (World Health Organization, 2022).

2.1.1 Pengertian Air Minum

Air minum adalah air yang digunakan untuk kebutuhan konsumsi manusia dan harus memenuhi persyaratan kualitas fisik, kimia, dan mikrobiologis agar tidak menimbulkan dampak buruk terhadap kesehatan. Air ini dapat berasal dari berbagai sumber seperti air tanah, air permukaan, atau air hujan, yang telah melalui proses pengolahan maupun tidak, asalkan sesuai dengan standar mutu yang ditetapkan. Air minum harus memenuhi standar kualitas air minum yang mencakup parameter seperti kejernihan, tidak berbau, tidak berasa, dan bebas dari mikroorganisme patogen. Standar ini ditujukan untuk melindungi masyarakat dari risiko penyakit yang ditularkan melalui air. Oleh karena itu, ketersediaan air minum yang aman dan layak merupakan salah satu aspek penting dalam upaya peningkatan kesehatan masyarakat dan pencegahan penyakit.

2.1.2 Air Minum Isi Ulang

Air minum isi ulang adalah air yang diolah melalui teknologi tertentu di Depot Pengisian Air Minum (DPAM) dan dijual kembali kepada konsumen menggunakan galon milik konsumen atau depot. Menurut BPOM RI (2017), air minum isi ulang diproses dengan filtrasi, reverse osmosis, atau ultraviolet dan tidak melalui proses pemanasan seperti air minum dalam kemasan bermerek.

a. Depot Air Minum Isi Ulang

Depot Air Minum Isi Ulang (DAMIU) adalah usaha pengolahan air baku menjadi air minum yang didistribusikan kepada masyarakat melalui pengisian ulang galon. DAMIU harus memiliki izin dari Dinas Kesehatan setempat serta memenuhi persyaratan teknis sanitasi, peralatan, dan kualitas air sesuai standar. Peralatan DAMIU umumnya terdiri atas filter pasir, filter karbon aktif, filter resin, membran RO, dan lampu ultraviolet.

b. Proses Pengolahan Air Minum Isi Ulang

Proses pengolahan di DAMIU meliputi:

Penyaringan awal (filter pasir): menghilangkan partikel kasar dan sedimen, Filter karbon aktif: menghilangkan bau, rasa, dan klorin, Filter resin (softener): menurunkan kesadahan air, Reverse osmosis (RO) (jika tersedia): menyaring mikroorganisme, logam berat, dan ion terlarut, Lampu ultraviolet (UV): membunuh mikroorganisme patogen seperti bakteri dan protozoa.

c. Standar Kualitas Air Minum Isi Ulang

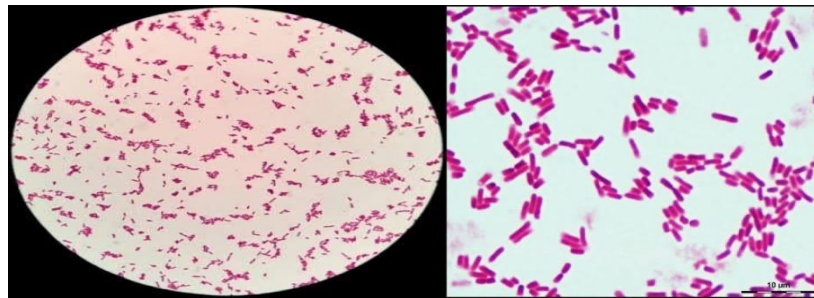
Kualitas air minum isi ulang diatur dalam Peraturan Menteri Kesehatan (PERMENKES) No. 2 Tahun 2023 dengan parameter fisik, kimia, dan mikrobiologi, termasuk: Fisik: bau, rasa, warna, dan kekeruhan sesuai ambang batas, Kimia: bebas dari bahan kimia berbahaya seperti nitrat, nitrit, merkuri, arsen, sianida, dan logam berat lainnya, Mikrobiologi: tidak mengandung bakteri patogen terutama *Escherichia coli* dan Total *Coliform* (0 per 100 mL).

d. Keamanan dan Risiko Air Minum Isi Ulang

Beberapa penelitian menunjukkan risiko kontaminasi mikroba pada air minum isi ulang jika kebersihan depot, peralatan, atau galon konsumen tidak terjaga. Oleh karena itu, perlu dilakukan pemeriksaan rutin oleh dinas kesehatan untuk memastikan keamanan air bagi masyarakat.

2.2 *Escherichia coli*

Escherichia coli merupakan bakteri yang termasuk dalam keluarga *Enterobacteriaceae*. Bakteri ini berbentuk batang pendek (basil), bersifat gram negatif (berwarna merah saat pewarnaan gram), memiliki flagel untuk pergerakan, berukuran sekitar 0,4–0,7 μm x 1,4 μm , dan dilengkapi dengan kapsul. *Escherichia coli* menghasilkan dua jenis enterotoksin, yaitu toksin LT (termolabil) dan toksin ST (termotabil). Toksin LT dapat menyebabkan diare dengan cara merangsang aktivitas enzim adenilat siklase pada lapisan mukosa usus halus. Sementara itu, toksin ST memicu aktivasi enzim guanilat siklase yang kemudian meningkatkan produksi guanosin monofosfat siklik (cGMP), sehingga mengganggu penyerapan ion klorida (Cl^-) dan natrium (Na^+) serta menurunkan motilitas usus halus (Rahayu, 2018).



Gambar 2.1. *Escherichia coli*

(Sumber : <https://images.app.goo.gl/6eS1GdtmY5d3nC6t7>)

2.2.1 Klasifikasi *Escherichia coli*

Menurut Hairil (2023) klasifikasi *Escherichia coli*, yaitu :

Kingdom : *Prokaryotae*

Divisi : *Gracilicutes*

Kelas : *Scotobacteria*

Ordo : *Enterobacteriales*

Famili : *Enterobacteriaceae*

Genus : *Escherichia*

Spesies : *Escherichia coli*

2.2.2 Karakteristik *Escherichia coli*

Escherichia coli adalah bakteri gram negatif berbentuk batang dengan ukuran antara 1,0-1,5 μm panjang dan 2,0-6,0 μm lebar. Bakteri ini dapat bergerak

menggunakan flagela atau tidak bergerak sama sekali, serta mampu hidup dengan atau tanpa oksigen karena bersifat fakultatif anaerob. *Escherichia coli* juga dapat bertahan pada media dengan kandungan nutrisi yang rendah. Secara biokimia, bakteri ini mampu memproduksi indol, kurang efisien dalam fermentasi sitrat, dan negatif dalam uji urease. Bakteri ini biasanya ditemukan di saluran pencernaan manusia dan hewan. Dari sisi fisiologi, *Escherichia coli* dapat bertahan di berbagai kondisi lingkungan yang keras, seperti air tawar, air laut, dan tanah, di mana ia berinteraksi dengan berbagai faktor abiotik dan biotik (Rahayu et al., 2018).

Penyakit yang disebabkan oleh *Escherichia coli* terkait dengan kemampuannya beradaptasi dan bertahan di lingkungan yang berbeda. Meskipun ada kondisi lingkungan yang menantang, seperti keasaman tinggi (pH rendah) di saluran pencernaan, perubahan suhu, dan tekanan osmotik, *Escherichia coli* mampu bertahan, termasuk saat pendinginan dan pembekuan, serta kondisi kering (Rahayu et al., 2018).

Escherichia coli bisa hidup di lingkungan dengan tingkat keasaman tinggi di dalam tubuh manusia dan juga bertahan di luar tubuh yang penyebarannya melalui kotoran. Kedua lingkungan ini sangat berbeda; saluran pencernaan adalah habitat yang stabil, hangat, anaerob, dan kaya nutrisi, sementara di luar tubuh kondisi lebih beragam, cenderung dingin, aerobik, dan minim nutrisi. Waktu generasi *Escherichia coli*, yaitu waktu yang diperlukan untuk membelah menjadi dua, berkisar antara 30 hingga 87 menit tergantung suhu. Suhu optimal untuk pertumbuhannya adalah 37°C, di mana waktu generasi tercepat terjadi sekitar 30 menit (Rahayu et al., 2018).

2.2.3 Patogenesis *Escherichia coli*

Patogenitas adalah kemampuan suatu organisme untuk menyebabkan penyakit. *Escherichia coli* dapat memicu gejala penyakit jika berhasil masuk ke dalam tubuh inangnya, beradaptasi, dan bertahan hidup di dalam tubuh manusia. Bakteri ini kemudian menyerang sistem kekebalan tubuh sehingga menimbulkan penyakit. Proses patogenesis *Escherichia coli* meliputi beberapa tahap seperti bakteri patogen lain, yaitu kolonisasi pada permukaan sel usus (mukosa), pembelahan sel, kerusakan pada sel usus, penetrasi ke dalam aliran darah,

penempelan pada organ target, dan akhirnya menyebabkan kerusakan organ. Sebagian besar strain patogen *Escherichia coli* menyebabkan kerusakan pada sel inang bagian luar (Rahayu dkk, 2018).

Ada beberapa jenis *Escherichia coli* patogen, antara lain:

1. ***Enterotoksigenik Escherichia coli (ETEC)***

ETEC merupakan penyebab diare pada manusia dan hewan. Setelah masuk ke saluran pencernaan, ETEC menempel pada sel-sel mukosa usus kecil dengan bantuan faktor kolonisasi (colonization factors).

2. ***Enteropatogenik Escherichia coli (EPEC)***

EPEC menyebabkan diare berat terutama pada bayi, dengan durasi bisa lebih dari dua minggu dan dapat berakibat fatal jika terjadi dehidrasi parah. Pada orang dewasa, infeksi EPEC ditandai dengan diare hebat, mual, muntah, kram perut, sakit kepala, demam, dan menggigil. Gejala muncul dalam 17-72 jam setelah infeksi dan berlangsung selama 6 jam hingga 3 hari. Penularan EPEC biasanya melalui air yang terkontaminasi feses.

3. ***Enterohemoragik Escherichia coli (EHEC)***

EHEC dapat menyebabkan diare berdarah atau kolitis berdarah yang berpotensi berkembang menjadi sindrom hemolitik uremik (HUS), yang menjadi penyebab gagal ginjal akut pada anak-anak dan kematian pada orang dewasa. Gejala muncul sekitar 3-9 hari setelah konsumsi makanan terkontaminasi EHEC, dengan kram perut parah dan diare berdarah. EHEC juga dapat menyebabkan gangguan saraf yang berujung pada pembekuan darah di otak dan kematian.

4. ***Enteroinvasif Escherichia coli (EIEC)***

EIEC menimbulkan penyakit mirip dengan shigellosis, sering ditemukan pada anak-anak di negara berkembang dan wisatawan. Galur EIEC tidak fermentasi laktosa atau fermentasi lambat dan tidak bergerak. Penyakit ditimbulkan melalui invasi bakteri ke sel epitel mukosa usus.

5. ***Enteroagregatif Escherichia coli (EAEC)***

EAEC dapat menyebabkan inflamasi akibat infeksi, meskipun mekanisme patogenesisnya belum sepenuhnya dipahami. Dosis infeksi bergantung pada tingkat virulensi bakteri. Infeksi EAEC biasanya menimbulkan diare berdarah dan berlendir yang dapat berlangsung lebih dari 14 hari (Rahayu dkk, 2018)