

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Escherichia coli*

Escherichia coli merupakan salah satu bakteri coliform yang termasuk dalam family *enterobacteriaceae*. *Escherichia coli* merupakan bakteri berbentuk batang bersifat Gram-negatif, fakultatif anaerob, tidak berspora, dan merupakan flora alami pada usus mamalia (Yang dan Wang, 2014).

Bakteri *Escherichia coli* juga merupakan makhluk heterotrof yang tergantung pada molekul-molekul organik sederhana seperti gula, protein, dan asam organik (Sutiknowati, 2016). Sehingga nutrisi yang dibutuhkan *Escherichia coli* berupa gula, protein dan lemak.



Gambar 2.1. *Escherichia coli*
Sumber: Anggraeni, 2015.

2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi *Escherichia coli*

Menurut Sutiknowati (2016) klasifikasi *Escherichia coli*, yaitu:

Domain	: <i>Bacteria</i>
Kingdo	: <i>Eubacteria</i>
Filum	: <i>Protobacteria</i>
Kelas	: <i>Gammaproteobacteriaceae</i>
Ordo	: <i>Enterobacteriaceae</i>
Genus	: <i>Escherichia</i>
Spesies	: <i>Escherichia coli</i>

Escherichia coli adalah gram negatif, berbentuk basil, tidak berspora maupun kapsul, dapat bertahan hidup di medium sederhana, membentuk koloni yang bundar, cembung dan halus dengan tepi yang nyata. *Escherichia coli* juga mempunyai B-galatoside dan B-galaktosideperemase untuk memfermentasi macam-macam karbohidrat (Jawetz, dkk, 2010).

Bakteri *Escherichia coli* umum hidup di dalam saluran pencernaan manusia atau hewan. Secara fisiologi, *Escherichia coli* memiliki kemampuan untuk bertahan hidup pada kondisi lingkungan yang sulit. *Escherichia coli* tumbuh dengan baik di air tawar, air laut, dan di tanah. Pada kondisi tersebut *Escherichia coli* terpapar lingkungan abiotik dan biotik (Rahayu, 2018).

Pertumbuhan dan kelangsungan hidup *Escherichia coli* di lingkungan alami dapat dipengaruhi oleh faktor biotik dan abiotik (Rochelle-Newall, dkk, 2015). Faktor abiotik meliputi suhu, ketersediaan air dan nutrisi, pH, dan radiasi matahari. Faktor biotik meliputi keberadaan mikro-organisme lain, dan kemampuan *Escherichia coli* untuk memperoleh nutrisi, bersaing dengan mikro-organisme lain serta membentuk biofilm di lingkungan alami.

Keberadaan faktor suhu ini merupakan faktor terpenting yang mempengaruhi kelangsungan hidup dan pertumbuhan *Escherichia coli* di lingkungan. Sementara itu, kondisi suhu stabil dan optimal untuk pertumbuhan *Escherichia coli* (36-40°C) di saluran usus hewan berdarah panas, suhu di lingkungan alami umumnya rendah (<30°C).

Pertumbuhan *Escherichia coli* di lingkungan tanah dipengaruhi secara negatif oleh pengeringan tanah, sedangkan *Escherichia coli* tingkat kelangsungan hidup tidak berbeda antara tanah kering dan basah (Ishii dkk, 2010). Setelah rehidrasi, *Escherichia coli* yang bertahan di tanah kering menunjukkan pertumbuhan. Hal ini menunjukkan kalau ketersediaan air sangat penting bagi *Escherichia coli* untuk tumbuh.

Keberadaan faktor ketersediaan nutrisi seperti karbon, nitrogen, dan fosfor merupakan faktor penting yang mempengaruhi kelangsungan hidup dan pertumbuhan *Escherichia coli* di lingkungan. Lingkungan alami umumnya rendah nutrisi yang tersedia dibandingkan dengan saluran usus hewan berdarah panas.

pH lingkungan dapat mempengaruhi kelangsungan hidup dan pertumbuhan *Escherichia coli* di tanah. Dan tingkat ketahanan pH bervariasi menurut galur (van Elsas, dkk, 2011). *Escherichia coli* spesifik dapat bertahan hidup secara selektif, dipengaruhi oleh pH lokal lingkungan. *Escherichia coli* menggunakan beberapa mekanisme yang dipelajari dengan baik, seperti sistem ketahanan asam yang bergantung pada *dekarboksilase antiporter*, untuk menahan pH rendah (Foster, 2004).

Ada beberapa jenis kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan bagi *Escherichia coli* untuk dapat tetap bertahan, misalnya lingkungan asam (pH rendah) seperti pada saluran pencernaan manusia, perubahan suhu, serta tekanan osmotik. Kemampuan *Escherichia coli* untuk bertahan hidup selama pendinginan dan pembekuan telah terbukti menjadikan *Escherichia coli* toleran terhadap kondisi kering (Rahayu, 2018).

Escherichia coli dapat hidup dan bertahan pada tingkat keasaman yang tinggi di dalam tubuh manusia. *Escherichia coli* juga dapat hidup dan bertahan di luar tubuh manusia yang penyebarannya melalui feses. Kedua habitat hidup *Escherichia coli* ini cukup berlawanan. Saluran pencernaan manusia merupakan habitat yang relatif stabil, hangat, bersifat anaerob, dan kaya nutrisi. Sementara itu, di luar saluran pencernaan, kondisi lingkungan dapat sangat beragam, jauh lebih dingin, aerobik, serta kandungan nutrisi yang lebih sedikit. *Escherichia coli* memiliki waktu generasi sekitar 30 sampai 87 menit bergantung pada suhu. Waktu generasi merupakan waktu yang dibutuhkan bagi sel *Escherichia coli* untuk membelah diri menjadi dua kali lipat. Suhu optimum bagi pertumbuhan *Escherichia coli* adalah 37°C dengan waktu generasi tersingkat, yaitu selama 30 menit (Rahayu, 2018).

2.1.2 Patogenesis *Escherichia coli*

Patogenitas merupakan kemampuan suatu organisme untuk menimbulkan penyakit. *Escherichia coli* patogen apabila mampu masuk ke dalam tubuh inangnya dan mampu beradaptasi serta bertahan dalam tubuh manusia, kemudian menyerang sistem imun dan akhirnya menimbulkan penyakit. Mekanisme

patogenesis ini dilakukan melalui beberapa tahapan seperti bakteri patogen lainnya. Tahapan tersebut adalah kolonisasi pada titik tertentu di bagian sel permukaan usus (sel mukosa), pembelahan sel, perusakan sel usus, melintasi sel usus dan memasuki aliran darah, penambatan ke organ target dan akhirnya menyebabkan kerusakan organ. Sebagian besar strain *Escherichia coli* patogen merusak sel inang pada bagian luar (Kaper, dkk, 2004). Ada beberapa jenis patogen antara lain :

1. ETEC (Entero Toxigenic *Escherichia coli*)

ETEC adalah *Escherichia coli* patogen penyebab utama diare akut dengan dehidrasi pada anak-anak dan orang dewasa di negara-negara yang mempunyai 2 musim maupun 3 musim. ETEC menghasilkan enterotoksin yang menyebabkan terjadinya ekskresi cairan elektrolit tubuh sehingga timbul diare dengan dehidrasi. Secara immunologis enterotoksin yang dihasilkan oleh ETEC sama dengan enterotoksin yang dihasilkan oleh *V. cholera*. Enterotoksin ETEC terdiri dari dua macam yaitu:

- a. Labile Toxin (LT) yang mempunyai berat molekul yang tinggi dan tidak tahan panas (musnah pada pemanasan 60°C selama 10 menit); toksin inilah yang mirip dengan cholera toxin.
- b. Stabile Toxin (ST) merupakan peptide berukuran kecil yang terdiri atas 18-48 asam amino yang memiliki banyak cystein dalam rantainya. Mempunyai berat molekul rendah, tahan pada pemanasan dan tidak mempunyai sifat antigenik. Manusia dapat berperan sebagai carrier kuman ini, yaitu sebagai pembawa kuman tetapi dia sendiri tidak sakit.
- c. Transmisi kuman dapat berlangsung secara food-borne maupun waterborne. Di daerah endemik diare seperti halnya Indonesia, ETEC merupakan juga penyebab utama diare akut yang mirip cholera serta merupakan penyebab travellers diarrhea (Dubreuil, dkk, 2002).

2. EPEC (Entero Pathogenic *Escherichia coli*)

EPEC (Entero Pathogenic *Escherichia coli*), merupakan strain pertama diantara strain *Escherichia coli* yang berhasil diidentifikasi sebagai penyebab diare patogenik pada pasien bayi dan anak-anak pada rumah sakit di Inggris dan

beberapa negara di Eropa. Di beberapa daerah urban, sekitar 30% kasus-kasus diare akut pada bayi dan anak-anak disebabkan oleh EPEC. Mekanisme terjadinya diare yang disebabkan oleh EPEC belum bisa diungkapkan secara jelas, tetapi diduga EPEC ini menghasilkan cytotoxin yang merupakan penyebab terjadinya diare. Penyakit diare yang ditimbulkan biasanya selflimited tetapi dapat fatal atau berkembang menjadi diare persisten terutama pada anak-anak di bawah umur 6 bulan. Di negara berkembang, anak yang terkena infeksi EPEC biasanya yang berumur satu tahun ke atas (Whittam, dkk, 2011).

3. EIEC (Enteroinvasive *Escherichia coli*)

EIEC mempunyai beberapa persamaan dengan *Shigella* antara lain dalam hal reaksi biokimia dengan gula-gula pendek, serologi dan sifat patogenitasnya. Sebagaimana halnya dengan *Shigella*, EIEC mengadakan penetrasi mukosa usus dan mengadakan multiplikasi pada sel-sel epitel colon (usus besar). Kerusakan yang terjadi pada epitel usus menimbulkan diare berdarah. Secara mikroskopis leukosit polimorfonuklear selalu hadir 8 dalam feses penderita yang terinfeksi EIEC. Gejala klinik yang ditimbulkan mirip disentri yang disebabkan oleh *Shigella* (Radji, 2011).

4. EHEC (Enterohaemorrhagic *Escherichia coli*)

Patogenitas EHEC adalah dengan memproduksi sitotoksin yang bertanggung jawab terhadap terjadinya peradangan dan perdarahan yang meluas di usus besar yang menimbulkan terjadinya haemolytic ureamic syndrome terutama pada anak-anak. Gejala karakteristik yang timbul ditandai dengan diare akut, kejang, panas dan dalam waktu relatif singkat diare menjadi berdarah. Kejadian diare yang berdarah tersebut yang membedakan strain EHEC dengan *Shigella*. Di negara-negara berkembang kejadian diare yang disebabkan oleh EHEC masih jarang ditemukan (Radji, 2011).

5. EAEC (Entero Adherent *Escherichia coli*)

EAEC telah ditemukan di beberapa negara di dunia ini. Transmisinya dapat food-borne maupun water-borne. Patogenitas EAEC terjadi karena kuman melekat rapat-rapat pada bagian mukosa intestinal sehingga menimbulkan gangguan. Mekanisme terjadinya diare yang disebabkan oleh EAEC belum jelas

diketahui, tetapi diperkirakan menghasilkan sitotoksin yang menyebabkan terjadinya diare. Beberapa strain EAEC memiliki serotipe seperti EPEC. EAEC menyebabkan diare berair pada anak-anak dan dapat berlanjut menjadi diare persisten (Radji, 2011).

2.2 Air minum

Air adalah materi yang sangat bernilai dalam siklus kehidupan. Kebutuhan manusia terhadap air merupakan suatu yang mutlak dikarenakan sebanyak 70% zat yang merupakan pembentuk dari tubuh manusia tersusun atas air (Apriliana, dkk, 2014). Menurut Permenkes RI Nomor.492/MENKES/PER/IV/2010, mengenai persyaratan untuk mutu air minum, menyatakan bahwa air minum ialah air yang telah melewati proses pengerjaan ataupun tidak adanya proses pengerjaan yang telah mencukupi ketentuan untuk kesehatan ataupun syarat air minum juga adalah airnya bisa langsung diminum.

2.3 Teh

Tanaman teh mempunyai nama latin *Camelia Sinensis* yang diambil pada bagian tunas daun atau pucuk kemudian diolah dan dikeringkan sebagai produk pembuatan minuman es teh (Kusnaedi, 2009). Teh adalah minuman yang mengandung kafeina, sebuah infusi yang di buat dengan cara menyeduh daun, pucuk daun, atau tangkai daun yang dikeringkan dari tanaman *Camelia sinensis* dengan air panas (Elsa, 2022). Potensi terkontaminasinya teh disebabkan dari air cucian gelas yang kotor, kematangan air yang tidak diketahui, gelas yang digunakan tidak bersih atau belum kering setelah proses pencucian, alat yang dipakai untuk membersihkan gelas, proses pembuatan dan penjual minuman es teh yang kurang memperhatikan higienitas dan lingkungan penjualan (Maulida, 2015).

2.3.1 Potensi Kontaminasi Pada Teh

Potensi terkontaminasinya teh disebabkan dari air cucian gelas yang kotor, kematangan air yang tidak diketahui, gelas yang digunakan tidak bersih atau

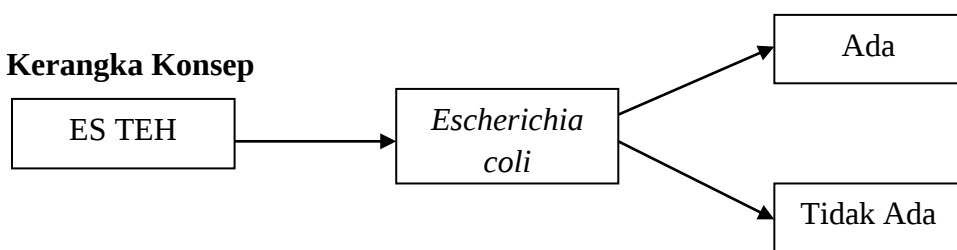
belum kering setelah proses pencucian, alat yang dipakai untuk membersihkan gelas, proses pembuatan dan penjual minuman es teh yang kurang memperhatikan higienitas dan lingkungan penjualan (Maulida, 2015).

2.4 Es Batu

Es batu merupakan massa padat yang dihasilkan dari air yang membeku akibat suhu yang sangat rendah yaitu dibawah 0°C. Es batu digunakan masyarakat sebagai campuran minuman untuk dikonsumsi dan juga digunakan untuk mempertahankan atau mengawetkan kesegaran produk pangan seperti mengawetkan daging, ikan, udang, buah-buahan, sayur-sayuran dan sebagainya. (Nurmalasari, dkk, 2019).

Es batu memiliki berbagai macam bentuk yaitu es batu balok, es batu kristal, dan es batu kemasan plastik. Air yang digunakan untuk pembuatan es batu harus memiliki syarat mutu yang sama dengan air minum. Penyediaan mutu air yang pantas untuk diminum perlu ditelaah. Adapun persyaratan kualitas air minum menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 menyatakan bahwa air minum yang baik dan aman bagi kesehatan adalah yang memenuhi persyaratan fisik, mikrobiologis, kimiawi, dan radioaktif.

2.5 Kerangka Konsep



Gambar 2.5 Kerangka Konsep

2.6 Definisi Operasional

1. Es teh merupakan minuman yang terdiri dari teh bubuk, es batu, gula, dan air yang akan digunakan sebagai bahan untuk diteliti

2. *Escherichia coli* merupakan bakteri berbentuk batang bersifat Gram-negatif, fakultatif anaerob, tidak berspora, dan merupakan flora alami yang akan dicari keberadaannya didalam es teh.