

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Bakteri *Escherichia coli*

1. Pengertian

Escherichia coli merupakan bakteri gram negatif yang berbentuk basil, ada yang hidup secara individu (*monobacilli*), berpasangan (*diplobacilli*) atau koloni yang membentuk rantai pendek (*streptobacilli*), tidak membentuk spora atau kapsul, diameter $\pm 1,1 - 1,5 \times 2,0 - 6,0 \mu\text{m}$, dapat berada di lingkungan sederhana dan memfermentasi laktosa untuk menghasilkan asam dan gas peritrikus, ada yang bersifat aerobik dan anaerobik fakultatif (Elfidasari, dkk., 2011).



Gambar 1.1 *Escherichia coli*

Kingdom	: <i>Bacteria</i>
Divisi	: <i>Proteobacteria</i>
Kelas	: <i>Gammaproteobacteria</i>
Ordo	: <i>Enterobacteriales</i>
Famili	: <i>Enterobacteriaceae</i>
Genus	: <i>Escherichia</i>
Spesies	: <i>Escherichia coli</i>

Bakteri *E. Coli* merupakan salah satu dari spesies utama bakteri gram negatif anaerob fakultatif, mempunyai motilitas flagel dan tersusun atas subunit protein yang disebut flagellin, dengan berat molekul rendah dengan ukuran diameter sebesar 12 hingga 18 nm dan panjang 12 nm, kaku dan diameter lebih kecil dan terdiri dari protein, pili dapat bertindak sebagai jalur untuk transfer DNA selama proses konjugasi (Setyorini, 2014).

2. Patogenitas

Escherichia coli menjadi patogen apabila jumlahnya lebih banyak di dalam tubuh dari biasanya. Bakteri ini juga menghasilkan enterotoksin yang menyebabkan diare (Jawetz, dkk., 2008). Banyak dari strain *E. Coli* yang berevolusi lalu menghasilkan kemampuan virulens yang dapat menginfeksi *host* mereka. Pada beberapa jenis *Escherichia coli* yang patogen dapat menyebabkan infeksi pada saluran kemih. Ada beberapa jenis patogen antara lain:

a. *E. Coli* Enteropatogenik (EPEC)

EPEC merupakan strain pertama di antara strain *E. 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. Diare yang diakibatkannya biasanya sembuh

dengan sendirinya namun bisa berakibat fatal atau berkembang menjadi diare yang terus-menerus, terutama pada anak di bawah usia 6 bulan.

b. *E. Coli Enterotoksigenik* (ETEC)

ETEC merupakan penyebab utama diare akut dan dehidrasi pada anak-anak dan orang dewasa di negara dengan 2 musim atau 3 musim. ETEC menghasilkan enterotoksin yang menyebabkan ekskresi elektrolit dari cairan tubuh, menyebabkan diare disertai dehidrasi. Secara imunologis, enterotoksin yang dihasilkan oleh ETEC mirip dengan enterotoksin yang dihasilkan oleh *V. cholera*.

c. *E. Coli Enteroinvasif* (EIEC)

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 9 dalam feses penderita yang terinfeksi EIEC. Gejala klinik yang ditimbulkan mirip disentri yang disebabkan oleh *Shigella*.

d. *E. Coli Enterohemoragik* (EHEK)

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 (Cahyani, 2019).

e. *E. Coli Enteroagregatif* (EAEC)

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 (Cahyani, 2019)

3. Cara penularan

E. Coli merupakan jenis mikrobiota normal yang terdapat pada saluran pencernaan dan dapat menyebar dari satu tempat ke tempat lain, seperti dari tangan ke mulut atau melalui kontak dengan minuman dan makanan yang terkontaminasi. Banyak makanan dan minuman yang dikonsumsi orang setiap hari sebagai bagian dari kehidupan normalnya tidak kebal terhadap keberadaan bakteri di dalam tubuh. Namun, jika makanan dan minuman tersebut diolah dengan cara yang bersih, kemungkinan besar bakteri di

dalamnya memiliki tingkat toleransi untuk dikonsumsi, terutama bakteri penyebab penyakit (Elfidasari, dkk., 2011).

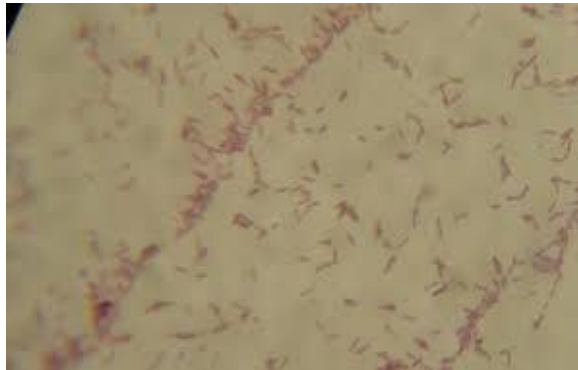
Keberadaan bakteri *E. Coli* pada makanan menunjukkan kondisi hygiene dan sanitasi yang buruk bagi penyedia jasa pelayanan makanan. Makanan yang mengandung bakteri *E. Coli* mengindikasikan bahwa sudah terjadi kontaminasi selama proses pengolahan dan penyajian. Hal ini dapat terjadi karena *E. Coli* dapat ada di udara terbuka dan bebas (Yulistiani, dkk., 2023).

Sumber kontaminasi makanan yang paling utama berasal dari pekerja, peralatan, sampah, serangga, tikus, dan faktor lingkungan seperti udara dan air. Dari seluruh sumber kontaminasi makanan tersebut pekerja adalah paling besar pengaruh kontaminasinya. Kesehatan dan kebersihan pengolahan makanan mempunyai pengaruh yang cukup besar pada mutu produk yang dihasilkannya, sehingga perlu mendapatkan perhatian yang sungguh-sungguh (Setyorini, 2014).

B. Bakteri *Klebsiella* sp.

Klebsiella merupakan bakteri gram negatif (-), berbentuk batang pendek, memiliki ukuran 0,5-0,5 x 1,2 μ . Bakteri ini memiliki kapsul, tetapi tidak membentuk spora. *Klebsiella* tidak mampu bergerak karena tidak memiliki flagel tetapi mampu memfermentasikan karbohidrat membentuk asam dan gas. Berdasarkan kebutuhannya akan oksigen, *Klebsiella* merupakan bakteri fakultatif anaerob. *Klebsiella* dapat memfermentasikan laktosa. Spesies

Klebsiella menunjukkan pertumbuhan mucoid, kapsul polisakarida yang besar dan tidak motil (Tika, dkk., 2021).



Gambar 1.2. Klebsiella sp.

Sumber : (Elfidasari, dkk., 2014)

Klebsiella dapat disebabkan oleh kolonisasi bakteri yang melekat pada nasofaring, baik mikroorganisme normal yang sebaiknya ada maupun mikroorganisme yang normalnya tidak ada. Kolonisasi bakteri di tubuh manusia memiliki makna seseorang memiliki konsentrasi mikroorganisme cukup tinggi pada suatu tempat, namun mikroorganisme tersebut tidak menimbulkan gejala dan tanda. Kolonisasi bakteri patogen respiratori terkadang kurang ditemui tanda klinis namun akan mulai menimbulkan masalah apabila menjadi sumber penularan dan penyebaran pada orang lain (Sengupta, 2016).

C. Metode

Identifikasi bakteri *E. Coli* dapat menggunakan metode Angka Lempeng Total (ALT) ataupun metode *Most Probable Number* (MPN). Indeks MPN ditentukan melalui tiga tahap, yaitu tahap pendahuluan (*presumptive*

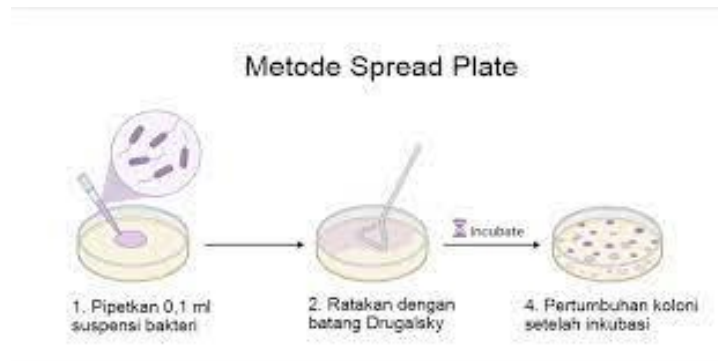
test), tahap konfirmasi (*confirmed test*), dan tahap kelengkapan (*completed test*).

1. Pengertian ALT

ALT disebut juga Total *Plate Count* (TPC) adalah jumlah mikroba aerob mesofilik per gram atau per mililiter contoh yang ditentukan melalui metode standar BPOM. Prinsip kerja Angka Lempeng Total adalah menghitung pertumbuhan koloni bakteri aerob mesofil setelah sampel makanan ditanam pada lempeng media yang sesuai dengan cara tuang kemudian diinkubasi selama 24 jam pada suhu 35-37° (Anggraini & Aulia, 2022). Uji angka lempeng total dapat dilakukan dengan dua teknik, yaitu :

a. Spread Plate Method (Cara Sebar)

Metode permukaan (*spread plate method*) dilakukan dengan menempatkan media pada cawan petri dan didiamkan hingga beku. Setelah itu 0,1 ml sampel disebar di atas permukaan agar. Pertumbuhan mikroba dilakukan pada media yang diinkubasi pada suhu dan waktu yang sesuai dengan jenis mikroba. Perhitungan jumlah koloni yang tumbuh dihitung dari setiap cawan. Perhitungan dilakukan pada cawan yang memiliki jumlah koloni 25-250 bakteri.



Gambar 1.3 Metode *Spread Plate*

Sumber: <https://www.microbeholic.com/2022/10/perbedaan-pour-plate-dan-spread-plate.html>

b. *Pour Plate Method* (Cara Tabur/tuang)

Metode cawan tuang (*pour plate method*) adalah metode perhitungan jumlah mikroba dengan metode CCM yang pengenceran dan mediana disiapkan terlebih dahulu. Metode *pour plate* dilakukan dengan cara menuangkan 1 ml sampel dari setiap pengenceran pada cawan petri yang kosong, kemudian menuangkan media yang masih cair sehingga media dengan sampel tercampur. Langkah selanjutnya adalah memutar cawan petri mengikuti pola angka delapan dan inkubasi pada suhu 37°C selama 1 x 24 jam.



Gambar 1.4 Metode *Pour Plate*

Sumber: <https://www.microbeholic.com/2022/10/perbedaan-pour-plate-dan-spread-plate.html>

2. Kelebihan dan Kekurangan ALT

Keuntungan dari metode pertumbuhan agar atau metode uji Angka Lempeng Total adalah dapat mengetahui jumlah mikroba yang dominan. Keuntungan lainnya dapat diketahui adanya mikroba jenis lain yang terdapat dalam sampel. Adapun kelemahan dari metode ini adalah:

- a. Kemungkinan terjadinya koloni yang berasal lebih dari satu sel mikroba, seperti pada mikroba yang berpasangan, rantai atau kelompok sel.
- b. Kemungkinan ini akan memperkecil jumlah sel mikroba yang sebenarnya. Kemungkinan ada jenis mikroba yang tidak dapat tumbuh karena penggunaan jenis media agar, suhu, pH, atau kandungan oksigen selama masa inkubasi.
- c. Kemungkinan ada jenis mikroba tertentu yang tumbuh menyebar di seluruh permukaan media agar sehingga menghalangi mikroba lain. Hal ini akan mengakibatkan mikroba lain tersebut tidak terhitung.
- d. Perhitungan dilakukan pada media agar yang jumlah populasi mikroba antara 25-250 koloni. Bila jumlah populasi kurang dari 25 koloni akan menghasilkan perhitungan yang kurang teliti secara statistic, namun bila lebih dari 250 koloni akan menghasilkan hal yang sama karena terjadi persaingan di antara koloni.

- e. Perhitungan populasi mikroba dapat dilakukan setelah masa inkubasi yang umumnya membutuhkan waktu 24 jam atau lebih (Sundari & Fadhlani, 2019)

D. Media Pertumbuhan

Mikroorganisme dapat hidup dimana saja seperti udara, daratan, termasuk di makanan. Pada beberapa kondisi, jumlah mikroorganisme harus dasar, seperti mikroorganisme pada saluran pembuangan dan mikroorganisme pada makanan dan produk lain perintah perintah harus mengikuti standar yang sudah ditetapkan. Untuk menghitung jumlah mikroorganisme tersebut biasanya sampel dari makanan atau produk lain di uji menggunakan media NA (*Nutrient Agar*) dengan metode TPC (*Total Plate Count*) atau ALT (*Angka Lempeng Total*). *Nutrient Agar* merupakan sebuah media pertumbuhan mikroorganisme yang umum digunakan untuk menghitung jumlah bakteri yang terdapat pada setiap sampel makanan dan sampel-sampel lainnya yang biasanya menggunakan metode Angka Lempeng Total (ALT).

Media *Eosin Methylene Blue Agar* (EMBA) adalah medium diferensial untuk *Escherichia coli*. Medium diferensial adalah lingkungan yang dapat menumbuhkan jenis bakteri tertentu dan menyebabkan koloni bakteri tertentu mempunyai bentuk khusus. Media ini menumbuhkan bakteri yang termasuk dalam kelompok *Enterobacteria*, salah satunya adalah *Escherichia coli* yang akan tumbuh dengan membentuk koloni dengan warna tertentu dengan ciri berbentuk bulat, diameter 2-3 mm, berwarna hijau berkilau metalik dan bintik hijau di tengahnya (Fatiqin, Novita & Apriani., 2019).

EMBA juga mengandung karbohidrat laktosa, dengan adanya karbohidrat laktosa. Bakteri gram negatif dibedakan berdasarkan kemampuannya memfermentasi laktosa. Warna media sebelum dibuahi bakteri adalah ungu. Perubahan warna biru metalik pada medium EMBA disebabkan karena *Escherichia coli* dapat memfermentasi laktosa sehingga menyebabkan peningkatan keasaman dalam medium (Jamilatun & Aminah, 2016).

Pembuatan media EMBA yaitu media ditimbang dengan timbangan analitik sebanyak 37,5 gram, kemudian dimasukkan ke dalam Erlenmeyer diencerkan dengan aquades sebanyak 500 ml, lalu ditutup menggunakan aluminium foil, setelah itu dimasukkan ke dalam Autoclaf selama 15 menit dengan tekanan 121 °C, media EMBA dituang ke dalam cawan petri sebanyak 25 cawan yang sudah disterilkan, diamkan selama beberapa menit hingga memadat, selanjutnya dimasukan ke dalam inkubator dengan suhu 37 °C selama 18 - 24 Jam (Jannah & Fitriainingsih, 2023).

E. Pewarnaan Gram

Pewarnaan Gram dilakukan untuk mengetahui morfologi bakteri dan karakteristik Gramnya. Pewarnaan Gram menggunakan empat jenis pewarnaan yaitu Gram A (kristal violet), Gram B (Lugol's yodium), Gram C (Alkohol 96%) dan Gram D (safranin). Bakteri dengan ciri gram positif berwarna ungu kebiruan, sedangkan bakteri dengan ciri gram positif berwarna merah (Wulandari, 2020).

Pewarnaan Gram dilakukan dengan tujuan untuk lebih memastikan bahwa koloni yang tumbuh merupakan koloni *E. Coli*. Berdasarkan hasil

pewarnaan gram terlihat adanya koloni berbentuk batang pendek/kokobasil dan berwarna merah muda karena dinding sel bakteri Gram negatif menyerap zat pewarna kedua yaitu safranin (Pelt, Sanam & Tangkonda, 2016).

F. Kebersihan Diri dan Sanitasi

1. Kebersihan diri penjual

Kebersihan dan kesehatan perorangan yang bertujuan untuk mencegah timbulnya penyakit pada diri sendiri dan orang lain, baik secara fisik maupun psikologis. Faktor yang memengaruhi personal *hygiene* adalah kebudayaan, agama, lingkungan, tingkatan perkembangan sesuai usia, kesehatan dan energi, serta preferensi pribadi (Verarica & Ronasari, 2017).

Kebersihan makanan dan minuman merupakan kunci penanganan makanan dan minuman yang aman dan sehat. Penjual yang tidak memperhatikan kebersihan diri berpeluang menularkan penyakit. Kebersihan pribadi yang buruk, misalnya tidak mencuci tangan pakai sabun dan air mengalir sebelum dan sesudah memegang makanan, tidak memakai sarung tangan saat memegang makanan, tidak mengikuti etika batuk dan bersin sebelum makanan (Fararen, 2018).

2. Sanitasi lingkungan

Sanitasi tempat penjualan harus dijaga kebersihannya dan dipelihara secara bersama oleh pedagang dengan masyarakat (pembeli). Area dan bangunan yang tidak memenuhi persyaratan dapat menjadi

salah satu faktor penyebab terkontaminasinya makanan dengan mikroorganisme.

3. Pemilihan bahan makanan

Pemilihan bahan jajanan makanan dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, termasuk ketersediaan, keberlanjutan, dan preferensi konsumen. Penting untuk mempertimbangkan nilai gizi, keamanan pangan, dan tren kesehatan dalam memilih bahan-bahan tersebut. Selain itu, aspek budaya dan keberlanjutan lingkungan juga dapat menjadi pertimbangan dalam menentukan bahan jajanan makanan yang tepat (Ratih, dkk., 2022).

Pola konsumsi memegang peranan yang sangat penting dalam menggambarkan taraf hidup masyarakat. Data model konsumsi dapat digunakan sebagai tolak ukur dalam memprediksi indikator kesejahteraan penduduk seperti status kesehatan penduduk, status gizi, dan status kemiskinan penduduk. Pola konsumsi juga merupakan permasalahan perilaku penduduk yang erat kaitannya dengan kondisi sosial ekonomi, budaya, dan lingkungan, oleh karena itu pola konsumsi dapat memberikan wawasan mengenai tingkat kesejahteraan penduduk yang berkaitan dengan kondisi manusia. sumber daya modal tetap dalam pertumbuhan ekonomi negara (Artini, 2017).

4. Sumber bahan makanan

Pangan merupakan kebutuhan yang paling utama bagi manusia. Keberlangsungan pangan sangat dipengaruhi oleh SDA yang ada di sekitar. Sumber daya alam (SDA) di Indonesia sangat melimpah,

beraneka ragam dan mempunyai banyak manfaat diberbagai bidang. Keanekaragaman hayati (flora dan fauna) memiliki manfaat bagi kehidupan masyarakat sebagai sumber bahan pangan, bahan bangunan, bahan sandang, bahan obat- obatan dan kosmetika, bahan bumbu, bahan pewarna, bahan peralatan, bahan bakar, bahan ritual, bahan racun dan anti racun, dan bahan kebutuhan hidup lainnya. Pada bidang pangan, pangan dapat mempengaruhi politik, ekonomi, bahkan sosial budaya daerah (Timikasari, Shodiq, & Setiawan., 2022).