

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### A. Tinjauan Umum Bakteri

#### 1. Pengertian Bakteri

Bakteri berasal dari bahasa Latin bacterium; jamak: bacteria adalah kelompok organisme yang tidak memiliki membran inti sel. Organisme ini termasuk ke dalam domain prokariota dan berukuran sangat kecil (mikroskopik). Hal ini menyebabkan organisme ini sangat sulit untuk dideteksi, terutama sebelum ditemukannya mikroskop. Dinding sel bakteri sangat tipis dan elastis, terbentuk dari peptidoglikan yang merupakan polimer unik yang hanya dimiliki oleh golongan bakteri. Fungsinya dinding sel adalah memberi bentuk sel, memberi perlindungan dari lingkungan luar dan mengatur pertukaran zat-zat dari dan ke dalam sel. Teknik pewarnaan Gram adalah untuk menunjukkan perbedaan yang mendasar dalam organisasi struktur dinding sel bakteri atau cell envelope. Bakteri Gram positif memiliki dinding sel relatif tebal, terdiri dari berlapis-lapis polymer peptidoglycan (disebut juga murein) (Jawetz 2017).

Tebalnya dinding sel menahan lolosnya kompleks crystal violet-iodine ketika dicuci dengan alkohol atau aseton. Bakteri Gram negatif memiliki dinding sel berupa lapisan tipis peptidoglycan, yang diselubungi oleh lapisan tipis outer membrane yang terdiri dari *lipopolysaccharide* (LPS). Daerah antara peptidoglycan dan lapisan LPS disebut periplasmic space (hanya ditemui pada Gram negatif) adalah zona berisi cairan atau gel yang mengandung berbagai enzymes dan nutrient-carrier proteins. Kompleks Crystal violet-iodine mudah lolos melalui LPS dan lapisan tipis peptidoglycan ketika sel diperlakukan dengan pelarut. Ketika sel diberi perlakuan pewarna tandingan Safranin O, pewarna tersebut dapat diserap oleh dinding sel bakteri Gram negative (Dwidjoseputro, 2020).

Bakteri umumnya melakukan reproduksi atau berkembang biak secara aseksual (vegetatif = tak kawin) dengan membelah diri. Pembelahan sel pada bakteri adalah pembelahan biner yaitu setiap sel membelah

menjadi dua. Selama proses pembelahan, material genetik juga menduplikasi diri dan membelah menjadi dua, dan mendistribusikan dirinya sendiri pada dua sel baru. Bakteri membelah diri dalam waktu yang sangat singkat. Pada kondisi yang menguntungkan berduplikasi setiap 20 menit.

Bakteri termasuk mikroorganisme yang tidak dapat dilihat dengan kasat mata. Bakteri memiliki jumlah ratusan ribu spesies yang terdapat di darat, laut maupun tempat-tempat ekstrem. Sehingga organisme ini memiliki jumlah yang paling banyak dibandingkan makhluk hidup lain di bumi ini (Koes, 2020).

Ciri-ciri bakteri antara lain:

- a. Bersel satu ( uniseluler)
- b. Tidak memiliki membran inti sel (prokariot)
- c. Tidak memiliki klorofil
- d. Berukuran antara 0,12  $\mu\text{m}$  sampai ratusan  $\mu\text{m}$
- e. Memiliki bentuk tubuh basil, kokus, spirillum, kokobasil dan vibrio
- f. Memiliki dinding sel
- g. Hidup sebagai parasit
- h. Reproduksi secara aseksual
- i. Dapat hidup diberbagai lingkungan karena memiliki peptidoglikan pada dinding selnya
- j. Bergerak dengan flagella dan tanpa flagella

## 2. Pengertian Bakteri *Coliform*

Bakteri *Coliform* adalah kelompok dari bakteri *Enterobacteriaceae* yang memiliki ciri-ciri gram negatif, berbentuk batang, dapat memfermentasikan laktosa dengan menghasilkan gas dalam suhu 35-37°C setelah masa inkubasi 24-48 jam, oksidase negatif, dan tidak berspora (Fitri, 2017). *Coliform* menjadi kelompok bakteri yang dapat digunakan untuk indikator adanya kotoran dan keadaan sanitasi yang tidak baik pada air dan makanan. Pada makanan dan minuman yang tercemar bakteri *Coliform* membuktikan terdapat mikroorganisme enteropatogenik atau

toksigenik yang dapat mengganggu kesehatan (Pernama, 2020). Menurut (Wardhani, 2017).

Bakteri *Coliform* dibedakan menjadi dua grup yaitu :

1. *Coliform* fekal, yaitu bakteri yang berasal dari feses manusia ataupun hewan, karena bakteri ini ditemukan di dalam saluran usus manusia dan hewan. Bakteri ini dapat digunakan untuk indikator kontaminasi kotoran, misalnya adalah *E.coli*.
2. *Coliform* non fekal, bukan flora normal di dalam saluran pencernaan, melainkan bakteri yang ditemukan pada hewan atau tanaman-tanaman yang telah mati, misalnya *Enterobacter aerogenes*.

Bakteri *Coliform* secara normal terdapat di perairan dalam jumlah tertentu. Jumlah bakteri *Coliform* akan meningkat melebihi ambang batas apabila terjadi pencemaran air. Mendeteksi bakteri *Coliform* pada air dilakukan uji pendugaan dan konfirmasi. Uji ini dapat mengetahui adanya bakteri *Coliform* yang merupakan bakteri gram negatif, dapat memfermentasikan laktosa dan menghasilkan asam dan gas setelah masa inkubasi pada suhu 37.

### 3. *Escherichia Coli*

*E.coli* termasuk kedalam kelompok bakteri *Coliform* yang berada di dalam famili Enterobacteriaceae. *E.coli* merupakan bakteri berbentuk batang, bersifat gram negatif, memiliki ukuran panjang 2  $\mu\text{m}$  dengan diameter 0,7  $\mu\text{m}$  dan lebar 0,4-0,7  $\mu\text{m}$ , fakultatif anaerob, memfermentasikan laktosa, tidak membentuk spora, dan flora alami di dalam usus mamalia. Secara fisiologi, pada keadaan lingkungan yang tidak menguntungkan *E.coli* tetap dapat bertahan hidup, contohnya pada keadaan asam seperti di saluran pencernaan manusia, perubahan suhu, serta tekanan osmotik. Selama proses pendinginan dan pembekuan produk makanan atau minuman, *E.coli* tetap dapat bertahan hidup, hal ini terbukti menjadikan bakteri *E.coli* toleran dalam keadaan kering (Anderson et al. 2020).

*E.coli* merupakan penyebab penyakit diare sebagai penyebab morbiditas dan mortalitas di negara berkembang. *E.coli* sebagai bakteri komensal, patogen intestinal dan patogen ekstraintestinal yang dapat menyebabkan infeksi saluran kemih, meningitis dan sepsis. Infeksi ditandai dari menunjukkan gejala sampai tidak menunjukkan gejala, terlihat diare berdarah atau tanpa berdarah (Kaper et al. 2020).

Proses pembekuan air dalam pengolahan es batu tidak dapat mematikan semua bakteri, karena beberapa bakteri dapat bertahan hidup pada suhu yang rendah dengan rentang waktu yang cukup lama. Beberapa strain *E coli* di dalam es dapat bertahan hidup selama 6 bulan. *E coli* dapat tumbuh baik pada suhu antara 8°C-46°C dengan suhu optimum di bawah 37°C. Jika berada di bawah suhu minimum atau sedikit berada di atas suhu maksimum bakteri ini berada dalam keadaan dormancy (keadaan organisme berhenti tumbuh atau masa tidur). Studi identifikasi *E coli* patogen pada minuman es dan sumber cemarannya menyatakan bahwa 1 dari 25 sampel minuman es yang berada di kota Bogor tercemar *E.coli* jenis EHEC, dengan menganalisis sumber cemaran yang berasal dari es batu, air, perlengkapan dan fasilitas sanitasi yang digunakan untuk membuat es.(25,26) Patogenitas *E.coli* dibedakan dalam 6 jenis Enterotoxigenic *E.coli* (ETEC), Enteropathogenic *E.coli* (EPEC), Enterohemorrhagic *E.coli* (EHEC), Enteroinvasive *E.coli* (EIEC), Enteroaggregative *E. coli* (EAEC), dan Difusi Adheren *E. coli* (DAEC) Kaper et al. (2020).

**a. *Enterotoxigenic E.coli (ETEC)***

ETEC menjadi penyebab diare pada manusia maupun pada hewan. ETEC dapat menghasilkan enterotoksin yang dapat ditularkan melalui fecal-oral. Penularan ETEC pada bayi dan anak-anak dapat terjadi melalui makanan atau air di daerah yang tercemar oleh ETEC dengan kadar yang cukup tinggi.(Gillespie & Bamford, 2019).

**b. *Enteropathogenic E.coli (EPEC)***

Penyebab diare yang banyak ditemukan di negara-negara berkembang. *Enteropatogenik E.coli* merupakan diare pada bayi yang relatif parah dan dapat terjadi lebih dari 2 minggu, apabila mengalami dehidrasi akan mengakibatkan kematian. Pada orang dewasa gejala ditandai dengan mual, muntah, kram perut, diare berat, sakit kepala, demam dan menggigil. 17 sampai 72 jam merupakan waktu untuk timbulnya penyakit dengan durasi penyakit 6 jam sampai 3 hari. EPEC dapat menimbulkan penyakit pada manusia yang ditransmisikan oleh air yang tercemar feces. Kemampuan EPEC dalam menimbulkan luka di saluran pencernaan dengan merusak mikrovili usus sebagai karakteristik utama dari EPEC (Jawetz, Melanick & Adelberg's, 2017).

**c. *Enterohemorrhagic E.coli (EHEC)***

EHEC pada manusia dapat menyebabkan diare atau kolitis berdarah yang berakhir pada sindrom hemolitik uremik (*Hemolytic Uremic Syndrom/HUS*). Sindrom HUS dapat menyebabkan gagal ginjal akut pada anak-anak hingga kematian pada orang dewasa. Gejala yang muncul akibat dari mengonsumsi makanan atau minuman yang tercemar EHEC ditandai dengan kram perut berat disertai dengan diare berdarah. Waktu inkubasi selama 3-9 hari dan dapat ditularkan melalui *rute fecaloral*. Jalur penularan EHEC ke manusia dapat berasal dari sayuran yang terkontaminasi, daging atau produk susu yang tidak dipasteurisasi ( Gillespie & Bamford, 2019).

**d. *Enteroinvasive E.coli (EIEC)***

Enteroinvasif *E.coli* bersifat tidak bergerak, tidak dapat memfermentasikan laktosa, dan bersifat anaerogenik. Patogenesis EIEC sama dengan penyakit *shigellosis* yang disebabkan oleh bakteri *Shigella* akibat penetrasi dan kerusakan mukosa usus, namun cukup berbeda dengan patogenesis *E.coli* lainnya. Gejala terinfeksi EIEC adalah kram perut, diare, sakit kepala, nyeri otot, demam dan

menggigit. Menimbulkan penyakit setelah 8-24 jam mengkonsumsi makanan yang terkontaminasi. Penularan EIEC dapat melalui makanan atau air yang tercemar oleh feses serta di transmisikan melalui manusia ke manusia (Jawetz dkk 2017).

**e. *Enteroaggregative E.coli (EAEC)***

EAEC merupakan penyebab kedua dari kasus diare traveller setelah ETEC dan berkaitan erat dengan diare akut yang terjadi pada anak-anak. Ketika terjangkit EAEC akan mengalami gejala diare berdarah dan berlendir. Penularannya bersifat fecal-oral, melalui pangan yang menjadi kemungkinan risiko penyebaran dari infeksi EAEC (Gillespie dkk, 2019).

**f. *Difusi Adheren E. coli (DAEC)***

Faktor virulensi Difusi Adheren E.coli (DAEC) berbeda dari virulensi *E.coli* lainnya (EAEC, ETEC, atau EPEC). Patogenisitas DAEC belum banyak dipelajari. Diare pada anak usia 18 bulan – 5 tahun merupakan salah satu diare yang disebabkan oleh *E.coli* tipe DAEC. Pada orang dewasa DAEC tidak menyebabkan gejala, namun berbeda pada anak-anak dibawah 5 tahun yang memiliki struktur dan fungsi epitel usus yang belum kokoh sehingga menyebabkan gejala (Rahayu dkk, 2018).

## **B. Tinjauan Umum Minuman serbuk**

### **1. Pengertian Minuman serbuk**

Minuman serbuk merupakan minuman instan yang ditambahkan dengan gula, dan perasa buah. Penyeduhan pada suhu dan waktu tertentu diharapkan untuk menghindari bakteri hidup dalam air yang digunakan selama proses pembuatan Minuman serbuk (Mawarni dkk, 2019). Pengolahan minuman serbuk yang tidak sesuai dengan hygiene sanitasi sehingga dapat berisiko terkontaminasi. Apabila minuman yang terkontaminasi dikonsumsi dapat menyebabkan penyakit misalnya diare (Purwati dkk, 2020).

Tercemarnya minuman olahan dapat disebabkan oleh buruknya sanitasi penjual minuman olahan pada saat proses pengolahan minuman olahan serta tempat berjualan minuman olahan tersebut. Rendahnya pengetahuan sanitasi penjual, seperti tidak menjaga kebersihan alat-alat yang digunakan dalam mengolah minuman olahan dapat menyebabkan kontaminasi bakteri pada minuman olahan tersebut, serta tempat berjualan yang kotor juga dapat menyebabkan tercemarnya minuman olahan yang dapat membahayakan konsumen (Utami dkk, 2017).

Minuman serbuk adalah salah satu jenis minuman olahan siap saji yang berbahan dasar serbuk yang mengandung bahan tambahan lain baik alami maupun sintetik dengan beragam variasi rasa, dan proses penyajiannya dalam waktu singkat (Rohmah dkk, 2021). Penyebab terkontaminasinya minuman serbuk oleh *Escherichia coli* sering terjadi karena sanitasi pengelolaan minuman yang tidak memenuhi syarat kesehatan. Salah satu parameter hygiene jajanan dapat dilihat dari parameter mikrobiologinya. Keberadaan bakteri *coliform* dan *Escherichia coli* dalam minuman merupakan indikator untuk menentukan tingkat kualitas makanan dan minuman secara mikrobiologi. Bakteri *Escherichia coli* dalam jumlah yang berlebihan dapat mengakibatkan diare, dan bila bakteri ini menjalar ke sistem/organ tubuh yang lain, maka akan dapat menyebabkan infeksi. Infeksi *Escherichia coli* sering kali berupa diare yang disertai darah, kejang perut, demam, dan terkadang dapat menyebabkan gangguan pada ginjal (Hubaibah dkk, 2019).

Pengelolaan minuman dapat menjadi poin yang sangat penting mengingat pada saat ini berbagai macam terobosan penemuan minuman baru terus bermunculan salah satunya ialah minuman serbuk. Kesalahan pengolahan dalam pembuatan minuman ini dapat menyebabkan kemungkinan peluang terkontaminasi oleh bakteri *Escherichia coli*, yang menjadi salah satu penyebab timbulnya penyakit diare (Hubaiba dkk, 2021).

Mengingat harga minuman serbuk ini yang sangat murah, kekhawatiran yang timbul adalah penggunaan bahan-bahan mentah yang berpotensi masuknya kontaminan makanan ataupun minuman berupa mikroorganisme yang berbahaya bagi tubuh. Diare sampai saat ini merupakan masalah kesehatan masyarakat di negara berkembang, karena sering menimbulkan Kejadian Luar Biasa (KLB) dan disertai dengan kematian yang tinggi. World Health Organization (WHO) 2017 menyatakan bahwa penyakit diare merupakan salah satu penyakit yang menjadi penyebab utama mortalitas dan morbiditas pada anak-anak di dunia. Penyakit diare selalu masuk dalam 10 besar penyakit di hampir seluruh Puskesmas di Indonesia (Hubaibah dkk, 2021).

### C. Tinjauan Umum Metode *Most Probable Number* (MPN)

MPN adalah metode perhitungan mikroorganisme yang menggunakan data dari hasil pertumbuhan mikroorganisme pada medium cair spesifik dalam seri tabung yang ditanam dari sampel padat atau cair sehingga dihasilkan kisaran jumlah mikroorganisme dalam jumlah perkiraan terdekat dengan merujuk pada tabel MPN. Metode MPN menggunakan medium cair di dalam tabung reaksi, dimana perhitungan dilakukan berdasarkan jumlah tabung yang positif, yaitu yang ditumbuhi oleh mikroba setelah inkubasi pada suhu dan waktu tertentu. Pengamatan tabung yang positif dapat dilihat dengan mengamati timbulnya kekeruhan atau terbentuknya gas yang dihasilkan pada tabung durham yang diletakkan pada posisi terbalik oleh mikroba pembentuk gas (Sri Harti, 2021).

Metode MPN terdiri dari 3 langkah yaitu :

#### 1) Uji Penduga (*Presumptive Test*)

Merupakan uji pendahuluan tentang ada atau tidaknya kehadiran bakteri *Coliform* berdasarkan terbentuknya asam dan gas disebabkan karena fermentasi laktosa oleh bakteri golongan *E Coli*. Terbentuknya gas dapat dilihat dari kekeruhan pada media laktosa dan gas yang dihasilkan dapat dilihat dalam tabung durham berupa gelembung udara. Tabung dinyatakan positif jika terbentuk gas sebanyak 10 % atau lebih dari volume

di dalam tabung durham. Banyaknya kandungan bakteri golongan *E Coli* dapat dilihat dengan menghitung tabung yang menunjukkan reaksi positif terbentuk asam dan gas dan dibandingkan dengan tabel MPN. Metode MPN dilakukan untuk menghitung jumlah mikroba di dalam sampel berbentuk cair. Bila inkubasi 1x24 jam pada suhu 35°C. Jika dalam waktu 2x24 jam tidak terbentuk gas dalam tabung durham, dihitung sebagai hasil negatif. Jumlah tabung positif dihitung pada masing-masing seri. MPN penduga dapat dihitung dengan melihat tabel MPN.

## 2) Uji Konfirmasi (*Confirmed Test*)

Uji Konfirmasi dilakukan untuk menegaskan bahwa gas yang terbentuk disebabkan oleh bakteri *Coliform*. Uji positif pada uji Konfirmasi menghasilkan angka indeks, angka ini disesuaikan dengan tabel MPN untuk menentukan jumlah *Coliform* dalam sampel.

## 3) Uji Pelengkap (*Completed Test*)

Bila diperlukan uji ini dapat dilakukan dengan menggunakan media yang menunjukkan hasil positif pada uji konfirmasi . Uji *Coliform* tidak harus selalu dilakukan secara lengkap, tergantung dari berbagai faktor seperti waktu, mutu contoh yang diuji, biaya, dan faktor-faktor lainnya (Wardhany, 2020).

Hasil metode MPN ini adalah nilai MPN, nilai MPN adalah perkiraan jumlah unit tumbuh (*growth unit*) atau unit pembentuk koloni (*colony forming unit*) dalam sampel. Satuan yang digunakan umumnya per 100cc atau ml, makin kecil nilai MPN, maka makin tinggi kualitas air untuk dikonsumsi (Permenkes, 2020).

Metode MPN ini memiliki kelemahan dan kelebihan. Kelemahan dari metode ini antara lain:

1. Pada satu waktu percobaan hanya dapat menggunakan sedikit contoh air.
2. Untuk mendapatkan kultur yang baik dibutuhkan waktu beberapa hari.

3. Menghitung jumlah bakteri *E Coli* hanya didapatkan jumlah perkiraan secara kasar.
4. Membutuhkan banyak media dan perlengkapan
5. Tidak dapat dilakukan di lapangan tempat pengambilan sampel, sehingga membutuhkan sistem angkutan tertentu agar perubahan pada bakteri *Coliform* dalam sampel tersebut secara minimal.

Kelebihan dari metode MPN ini adalah metode ini baik digunakan karena lebih sensitif dan dapat mendeteksi coliform dalam jumlah yang sangat rendah