

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Peralatan Makan**

Peralatan makan adalah segala macam alat yang digunakan untuk mengolah dan menyajikan makanan dengan ketentuan peralatan makan yaitu :

1. Cara pencucian, pengeringan dan penyimpanan peralatan memenuhi persyaratan agar selalu dalam keadaan bersih sebelum digunakan.
2. Peralatan dalam keadaan baik dan utuh.
3. Peralatan makan dan minum tidak boleh mengandung angka kuman yang melebihi nilai ambang batas yang ditentukan.
4. Permukaan alat yang kontak langsung dengan makanan tidak ada sudut mati dan halus.
5. Peralatan yang kontak langsung dengan makanan tidak mengandung zat beracun (Tumelap, 2011).

Persyaratan Peralatan makan yaitu :

1. Peralatan yang kontak langsung dengan makanan tidak boleh mengeluarkan zat beracun yang melebihi ambang batas sehingga membahayakan kesehatan antara lain Timah (Pb), Arsenik (As), Tembaga (Cu), Seng (Zn), Cadmium (Cd), Antimony (Sb).
2. Peralatan tidak rusak, gompel, retak dan tidak menimbulkan pencemaran terhadap makanan.
3. Permukaan yang kontak langsung dengan makanan harus conus atau tidak ada sudut mati, rata, halus dan mudah dibersihkan.

4. Peralatan harus dalam keadaan bersih sebelum digunakan.
5. Peralatan yang kontak langsung dengan makanan yang siap disajikan tidak boleh mengandung angka kuman yang melebihi ambang batas dan tidak boleh mengandung *Escherichia coli* per nol cm<sup>2</sup> permukaan alat (Tumelap, 2011).

Pencemaran makanan sering ditemukan pada penyelenggaraan makanan institusi yang belum memahami cara penanganan makanan yang tepat. Makanan selain enak dan lezat dinikmati harus pula aman dan tidak mengganggu kesehatan. Oleh karena itu pengelola makanan yang ada di institusi harus mengetahui prinsip sanitasi yang benar dalam penyelenggaraan makanan. Namun pada sisi lain makanan dan minuman juga mengandung potensi yang membahayakan karena bahan yang bersifat merugikan tubuh manusia dapat melalui media makanan dan minuman yang dikenal sebagai sanitasi makanan (*food hygiene*). Sanitasi makanan tersebut salah satunya yaitu kualitas peralatan yang digunakan baik dalam pengolahan bahan makanan maupun digunakan untuk penyajian kepada konsumen (Tumelap, 2011).

Kebersihan alat makan merupakan bagian yang sangat penting dan berpengaruh terhadap kualitas makanan dan minuman. Alat makan yang tidak dicuci dengan bersih dapat menyebabkan organisme atau bibit penyakit yang tertinggal akan berkembang biak dan mencemari makanan yang akan diletakkan di atasnya. Semua peralatan makanan yang mempunyai peluang bersentuhan dengan makanan harus selalu dijaga dalam keadaan bersih dan tidak ada sisa makanan yang tertinggal pada bagian-bagian alat makan tersebut. Apabila hal tersebut dibiarkan, akan memberi kesempatan kuman yang tidak dikehendaki untuk berkembang biak dan membusukkan makanan (Tumelap, 2011).

Kebersihan peralatan makanan yang kurang baik akan mempunyai peranan penting dalam pertumbuhan dan perkembangbiakan kuman, penyebaran penyakit dan keracunan, untuk itu peralatan makanan haruslah dijaga terus tingkat kebersihannya supaya terhindar dari kontaminasi kuman patogen serta cemaran zat lainnya. Ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kualitas makanan jadi yaitu terjadinya kontaminasi makanan oleh bakteri melalui kontaminasi peralatan yang tidak bersih (Tumelap, 2011).

Tempat pencucian peralatan dan bahan makanan menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1096/MENKES/PER/VI/2011 tentang Higiene Sanitasi Jasa Boga yakni:

- a. Tersedia tempat pencucian peralatan, jika memungkinkan terpisah dari tempat pencucian bahan pangan.
- b. Pencucian peralatan harus menggunakan bahan pembersih/deterjen.
- c. Pencucian bahan makanan yang tidak dimasak atau dimakan mentah harus dicuci dengan menggunakan larutan *Kalium Permanganat* ( $\text{KMnO}_4$ ) dengan konsentrasi 0,02% selama dua menit atau larutan kaporit dengan konsentrasi 70% selama dua menit atau dicelupkan ke dalam air mendidih (suhu  $80^\circ\text{C}$  -  $100^\circ\text{C}$ ) selama satu sampai lima detik.
- d. Peralatan dan bahan makanan yang telah dibersihkan disimpan dalam tempat yang terlindung dari pencemaran serangga, tikus dan hewan lainnya.

## **B. Perhitungan Angka Kuman**

Penghitungan angka kuman dapat dilakukan dengan membiakkan kuman yang akan dihitung pada media agar. Pada penghitungan angka kuman ini tidak

dibedakan macam koloni. Tiap koloni berasal dari satu bakteri, sehingga tiap koloni dianggap satu bakteri.

Ada beberapa cara yang dapat digunakan untuk mengukur atau menghitung jumlah jasad renik, yaitu:

1. Perhitungan jumlah sel, antara lain: hitungan mikroskopik, hitungan cawan, MPN (*Most Probable Number*).
2. Perhitungan massa sel secara langsung, antara lain: cara volumetrik, cara gravimetrik, turbidimetri (kekeruhan).
3. Perhitungan massa sel secara tidak langsung, antara lain: analisis komponen sel (protein, ADN, ATP, dan sebagainya), analisis produk katabolisme (metabolit primer, metabolit sekunder, panas), analisis konsumsi nutrien (karbon, nitrogen, oksigen, asam amino, mineral, dan sebagainya) (Waluyo, 2016).

Perhitungan massa sel secara langsung maupun perhitungan massa sel secara tidak langsung jarang digunakan dalam menguji jumlah mikroba pada bahan, tetapi juga sering digunakan untuk mengukur pertumbuhan sel selama proses fermentasi. Dalam perhitungan massa sel secara langsung, jumlah mikroorganisme dapat dihitung jika medium pertumbuhannya tidak akan mengganggu pengukuran (Waluyo, 2016).

Metode volumetrik dan gravimetrik, pengukuran volume dan berat sel dilakukan terlebih dahulu dengan menyaring mikroorganisme tersebut. Oleh karena itu bila substrat tempat tumbuhnya banyak mengandung padatan, misalnya bahan pangan, sel mikroorganisme tidak dapat diukur dengan menggunakan metode volumetrik maupun turbidimetri. Perhitungan massa sel secara tidak

langsung sering digunakan dalam mengamati pertumbuhan sel selama proses fermentasi, dimana komponen substrata tau bahan yang difermentasi dapat diamati dan diukur (Waluyo, 2016).

Menurut Waluyo (2016), adapun cara hitungan mikroskopik adalah sebagai berikut:

1. Metode petroff-Hauser

Dalam metode ini, hitungan mikroskopik dilakukan dengan pertolongan kotak-kotak skala, dimana dalam setiap ukuran skala seluas satu mm<sup>2</sup> terdapat 25 buah kotak besar dengan luas 0,04 mm<sup>2</sup>, dan setiap kotak besar terdiri dari 16 kotak-kotak kecil. Tinggi sampel yang terletak diantara kaca benda dan kaca penutup adalah 0,02 mm. Jumlah sel dalam beberapa kotak besar dapat dihitung, kemudian dihitung jumlah sel rata-rata dalam kotak besar. Jumlah sel per ml sampel dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{Jumlah sel per ml sampel} = \text{jmlh sel perkotak besar} \times 25 \text{ kotak} \times 1/0,02 \times 10^3$$

$$\text{Jumlah sel per ml sampel} = \text{Jumlah sel per kotak besar} \times 25 \times 50 \times 10^3$$

$$\text{Jumlah sel per ml sampel} = \text{Jumlah sel per kotak besar} \times 1,25 \times 10^6$$

Misalnya: Didapatkan jumlah mikroba yang mau dihitung 12 sel mikroba, maka jumlah sel per sampel adalah:  $12 \times 1,25 \times 10^6 = 1,5 \times 10^7$  sel/ml. Hitungan mikroskopik merupakan metode yang cepat dan murah, tetapi mempunyai kelemahan sebagai berikut:

- a. Sel-sel mikroba yang telah mati tidak dapat dibedakan dari sel yang hidup.

Karena itu keduanya terhitung.

- b. Sel-sel yang berukuran kecil sukar dilihat di bawah mikroskop, sehingga kalau tidak teliti tidak terhitung.
- c. Untuk mempertinggi ketelitian, jumlah sel di dalam suspensi harus cukup tinggi, minimal untuk bakteri  $10^6$  sel/ml. Hal ini disebabkan dalam setiap bidang pandang yang diamati harus terdapat sejumlah sel yang dapat dihitung.
- d. Tidak dapat digunakan untuk menghitung sel mikroba di dalam bahan yang banyak mengandung debris atau ekstrak makanan, karena hal tersebut akan mengganggu dalam perhitungan sel.

## 2. Metode *Breed*

Hitungan mikroskopik dengan metode *Breed* sering digunakan untuk menganalisis susu yang diperoleh dari sapi yang terkena mastitis, yakni suatu penyakit infeksi yang menyerang kelenjar susu sapi. Cara ini merupakan suatu cara cepat, yaitu menghitung bakteri langsung dengan menggunakan mikroskop. Metode *Breed* memiliki kelemahan yakni tidak dapat dilakukan terhadap susu yang dipasteurisasi karena secara mikroskopik tidak dapat dibedakan antara sel-sel bakteri yang masih hidup atau yang telah mati karena perlakuan pasteurisasi.

Dalam metode *Breed*, luas areal pandang mikroskop yang akan digunakan harus dihitung terlebih dahulu. Hal ini dapat dilakukan dengan cara mengukur diameter areal pandang dengan menggunakan mikrometer yang dapat dilihat melalui lensa minyak emersi. Mikrometer yang digunakan adalah mikrometer gelas. Obyek yang mempunyai skala terkecil 0,01 mm. Areal pandang mikroskop biasanya mempunyai ukuran 14-16 skala atau 0,14-0,16 mm. Tetapi ada beberapa mikroskop mempunyai ukuran diameter areal pandang lebih dari 0,18 mm. Luas areal pandang mikroskop dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Luas areal pandang mikroskop} = pr^2 \text{ mm}^2 = \frac{pr^2}{100} \text{ cm}^2$$

dimana, r = jari-jari (mm) areal pandang. Karena sampel susu disebarkan pada kaca benda seluas satu  $\text{cm}^2$  ada sebanyak 0,01 ml, maka:

$$\text{Jumlah susu per areal pandang mikroskop} = \frac{\pi r^2}{100} \times 0,01 \text{ ml}$$

$$\text{Jumlah bakteri per ml} = \frac{10.000}{\pi r^2} \times \text{jumlah bakteri per areal pandang}$$

Dengan kata lain, untuk mendapatkan satu ml sampel susu dapat diperoleh dari  $10.000/\pi r^2$  disebut juga faktor mikroskopik (FM), dan dapat digunakan untuk mengubah jumlah bakteri per areal pandang mikroskop menjadi jumlah bakteri per ml.

Jumlah bakteri per areal pandang mikroskop dihitung dari rata-rata pengamatan areal pandang. Jumlah areal pandang yang harus diamati tergantung dari jumlah rata-rata bakteri per areal pandang, dan ditentukan sebagai berikut:

Jumlah rata-rata bakteri per areal pandang	Jumlah areal pandang yang harus diamati
< 0,5	50
0,5-1	25
1-10	10
10-30	5
>30	Dilaporkan sebagai TBUD (terlalu banyak untuk dihitung)

### 3. Metode hitung cawan

Prinsip dari metode cawan adalah bila sel mikroba yang masih hidup ditumbuhkan pada medium, maka mikroba tersebut akan berkembangbiak dan membentuk koloni yang dapat dilihat langsung, dan kemudian dihitung tanpa

menggunakan mikroskop. Metode ini merupakan cara yang paling sensitif untuk menentukan jumlah jasad renik dengan alasan:

- a. Hanya sel mikroba yang hidup yang dapat dihitung.
- b. Beberapa jasad renik dapat dihitung sekaligus.
- c. Dapat digunakan untuk isolasi dan identifikasi mikroba, karena koloni yang terbentuk mungkin berasal dari mikroba yang mempunyai penampakan spesifik.

Selain keuntungan-keuntungan tersebut di atas, metode hitungan cawan juga mempunyai kelemahan sebagai berikut:

- a. Hasil perhitungan tidak menunjukkan jumlah sel yang sebenarnya, karena beberapa sel yang berdekatan mungkin membentuk koloni.
- b. Medium dan kondisi inkubasi yang berbeda mungkin menghasilkan jumlah yang berbeda pula.
- c. Mikroba yang ditumbuhkan harus dapat tumbuh pada medium padat dan membentuk koloni yang kompak, jelas, tidak menyebar.
- d. Memerlukan persiapan dan waktu inkubasi relatif lama sehingga pertumbuhan koloni dapat dihitung.

Dalam metode hitung cawan, bahan yang diperkirakan mengandung lebih dari 300 sel mikroba per ml atau per gram atau per cm (jika pengambilan sampel dilakukan pada permukaan), memerlukan perlakuan pengenceran sebelumnya ditumbuhkan pada medium agar di dalam cawan petri. Setelah inkubasi, akan terbentuk koloni pada cawan tersebut dalam jumlah yang dapat dihitung, di mana jumlah yang terbaik adalah di antara 30 sampai 300. Pengenceran biasanya dilakukan secara desimal, yaitu 1:10, 1:100, 1:1000, dan seterusnya. Larutan yang



digunakan untuk pengenceran dapat berupa larutan buffer fosfat, 0,85% NaCl atau larutan Ringer.

Metode hitungan cawan dibedakan atas dua cara, yakni metode tuang (*pour plate*) dan metode permukaan (*surface /spread plate*). Pada metode tuang, sejumlah sampel (1 ml atau 0,1 ml) dari pengenceran yang dikehendaki dimasukkan ke dalam cawan petri, kemudian ditambah agar cair steril yang telah didinginkan ( $47-50^{\circ}\text{C}$ ) sebanyak 15-20 ml dan digoyangkan supaya sampelnya menyebar. Pada pemupukan dengan metode permukaan, terlebih dahulu dibuat agar cawan kemudian 0,1 ml sampel yang telah diencerkan dipipet pada permukaan agar tersebut. Kemudian diratakan dengan batang gelas melengkung yang steril.

Laporan dari hasil menghitung dengan cara hitungan cawan menggunakan standar yang disebut *Standard Plate Counts* sebagai berikut:

- a. Cawan yang dipilih dan dihitung adalah yang mengandung jumlah koloni antara 30-100
- b. Beberapa koloni yang bergabung menjadi satu merupakan satu kumpulan koloni yang besar dimana jumlah koloninya diragukan dapat dihitung sebagai satu koloni.
- c. Satu deretan rantai koloni yang terlihat sebagai suatu garis tebal dihitung sebagai satu koloni.

Dalam *Standart Plate Counts* ditentukan cara perhitungan koloni sebagai berikut:

- a. Jika pada semua pengenceran dihasilkan kurang dari 30 koloni per cawan petri, berarti pengenceran yang dilakukan terlalu tinggi. Karena itu, jumlah

koloni pada pengenceran yang terendah yang dihitung. Hasilnya dilaporkan sebagai kurang dari 30 dikalikan dengan besarnya pengenceran, tetapi jumlah yang sebenarnya harus dicantumkan di dalam tanda kurung.

- b. Jika pada semua pengenceran dihasilkan lebih dari 300 koloni pada cawan petri, berarti pengenceran yang dilakukan terlalu rendah. Karena itu, jumlah koloni pada pengenceran tertinggi yang dihitung. Hasilnya dilaporkan sebagai lebih dari 300 dikalikan dengan faktor pengenceran tetapi jumlah sebenarnya harus dicantumkan di dalam tanda kurung.
- c. Jika jumlah cawan dari dua tingkat pengenceran dihasilkan koloni dari jumlah antara 30 dan 300, dan perbandingan antara hasil tertinggi dan terendah dari kedua pengenceran tersebut lebih kecil atau sama dengan dua, dilaporkan rata-rata dari kedua nilai tersebut dengan memperhitungkan faktor pengencerannya. Jika perbandingan antara hasil tertinggi dan terendah lebih besar daripada dua, yang dilaporkan hanya hasil yang terkecil.
- d. Jika digunakan dua cawan petri (duplo) per pengenceran, data yang diambil dari kedua cawan tersebut, tidak boleh dari satu. Oleh karena itu, harus dipilih tingkat pengenceran yang menghasilkan kedua cawan duplo dengan koloni antara 30-300.

#### 4. Metode MPN (*Most Probable Number*)

Metode hitungan cawan dengan menggunakan medium padat, tetapi pada metode MPN dengan menggunakan medium cair di dalam tabung reaksi. Perhitungan MPN berdasarkan pada jumlah tabung reaksi yang positif, yakni yang ditumbuhi oleh mikroba setelah inkubasi pada suhu dan waktu tertentu. Pengamatan tabung positif yang dapat dilihat dengan mengamati timbulnya

kekeruhan atau terbentuknya gas di dalam tabung kecil (tabung Durham) yang diletakkan pada posisi terbalik, yaitu untuk jasad renik yang membentuk gas. Untuk setiap pengenceran pada umumnya dengan menggunakan tiga atau lima seri tabung. Lebih banyak tabung yang digunakan menunjukkan ketelitian yang lebih tinggi, tetapi alat gelas (tabung reaksi) yang digunakan juga lebih banyak.

### **C. *Escherichia coli***

#### **1. Morfologi dan fisiologi**

*Escherichia coli* termasuk dalam famili Enterobacteriaceae. Bakteri ini merupakan bakteri-Gram negatif, berbentuk batang pendek (kokobasil), mempunyai flagel, berukuran  $0,4-0,7 \mu\text{m} \times 1,4 \mu\text{m}$ , dan mempunyai simpai. *Escherichia coli* tumbuh dengan baik di hampir semua media pembenihan, dapat meragi laktosa, dan bersifat mikroaerofilik (Radji, 2009).

#### **2. Struktur antigen**

*Escherichia coli* mempunyai antigen O, H, dan K. Saat ini telah ditemukan sekitar 150 tipe antigen O, 90 tipe antigen K, dan 50 tipe antigen H. Berdasarkan sifat-sifat fisiknya, antigen K dibedakan lagi menjadi 3 tipe, yaitu L, A, dan B (Radji, 2009).

#### **3. Faktor virulensi**

##### **a. Antigen Permukaan**

*Escherichia coli* memiliki setidaknya dua jenis tipe fimbria (Radji, 2009), yaitu tipe manosa sensitive (pili) dan tipe manosa resisten (*Colonization Factor Antigen*, CFA I dan II) (Radji, 2009).

Kedua tipe fimbria ini penting sebagai faktor kolonisasi, yaitu untuk pelekatan selbakteri pada sel hospes. Sebagai contoh, CFA I dan II melekatkan *Escherichia coli* enteropatogenik pada sel epitel usus. Enteropatogenik berarti dapat menimbulkan penyakit pada saluran intestin (Radji, 2009).

Antigen kapsil K1 sering ditemukan pada *Escherichia coli* yang diisolasi dari penderita bakterimia dan bayi penderita meningitis. Antigen K1 berperan menghalangi proses fagositosis sel bakteri oleh leukosit (Radji, 2009).

#### b. Enterotoksin

Enterotoksin yang berhasil diisolasi dari *Escherichia coli* adalah toksin LT (termolabil) dan toksin ST (termostabil) (Radji, 2009)

Produksi kedua jenis toksin tersebut diatur oleh plasmid. Plasmid dapat pindah dari satu sel bakteri ke sel bakteri yang lain. Bakteri *Escherichia coli* memiliki dua jenis plasmid, yaitu plasmid yang menyandi pembentukan toksin LT dan ST dan plasmid yang menyandi pembentukan toksin ST saja (Radji, 2009).

Toksin LT bekerja merangsang enzim adenilat siklase yang terdapat di dalam sel epitel mukosa usus halus, yang menyebabkan permeabilitas sel epitel usus sehingga terjadi akumulasi cairan di dalam usus dan berakhir dengan diare. Seperti toksin kolera, toksin LT bersifat sitopatik terhadap sel tumor adrenal dan sel ovarium serta meningkatkan permeabilitas kapiler pada tes kulit kelinci (*rabbit skin*). Kekuatan toksin LT 100 kali lebih rendah dibandingkan toksin kolera dalam menimbulkan diare (Radji, 2009).

Toksin ST tidak merangsang aktivitas enzim adenilat siklase dan tidak reaktif dalam tes kulit kelinci (*rabbit skin*). Untuk mendeteksi toksin ST, dipakai suckling mouse test yang setelah 4 jam inokulasi akan memberi hasil positif.

Toksin ST adalah asam amino berbobot molekul 1970 dalton dan mempunyai satu atau lebih ikatan disulfide yang penting untuk mengatur stabilitas suhu dan pH. Toksin ST bekerja dengan mengaktifkan enzim guanilat siklase menghasilkan guanosin monofosfat siklik, menyebabkan gangguan absorpsi klorida dan natrium, serta dapat menurunkan motilitas usus halus (Radji, 2009).

#### c. Hemolisin

Pembentukan hemolisin diatur oleh plasmid hemolisin merupakan protein yang bersifat toksik terhadap sel pada jaringan. Peranan hemolisin pada proses infeksi *Escherichia coli* belum diketahui dengan jelas. Akan tetapi, galur *Escherichia coli* hemolitik ternyata lebih patogen daripada galur yang nonhemolitik (Radji, 2009).

### **4. Patogenesis dan gejala penyakit**

Hampir semua hewan berdarah panas dapat dikolonisasi oleh *Escherichia coli* hanya dalam beberapa jam atau beberapa hari setelah dilahirkan. Kolonisasi pada bayi dapat terjadi oleh bakteri yang ada dalam makanan atau air atau dengan kontak langsung melalui pengasuh bayi. Kolonisasi *Escherichia coli* dalam saluran cerna manusia biasanya terjadi setelah 40 hari dilahirkan. *Escherichia coli* dapat melekat pada usus besar dan dapat bertahan selama beberapa bulan bahkan beberapa tahun. Perubahan populasi bakteri *Escherichia coli* terjadi dalam periode yang lama; hal ini dapat terjadi setelah infeksi usus atau setelah penggunaan kemoterapi atau antimikroba yang dapat membunuh flora normal (Radji, 2009).

Lebih dari 700 serotipe antigenik *Escherichia coli* telah dikenal berdasarkan perbedaan struktur antigen O (antigen somatik), H (antigen flagel), dan K (antigen kapsul, selubung). Sebagai contoh, *Escherichia coli* serotipe

O157:H7 menunjukkan bahwa serotipe bakteri ini dibedakan berdasarkan jenis antigen O157 dan antigen H7 (Radji, 2009).

Beberapa galur *Escherichia coli* menjadi penyebab infeksi pada manusia, seperti infeksi saluran kemih, infeksi meningitis pada neonatus, dan infeksi intestin (gastroenteritis). Ketiga penyakit infeksi tersebut sangat bergantung pada ekspresi faktor virulensi masing-masing serotipe *Escherichia coli*, termasuk adanya *adhesion*, *invasion*, jenis toksin yang diproduksi, dan kemampuan mengatasi pertahanan tubuh hospes (Radji, 2009).

Infeksi *Escherichia coli* sering kali berupa diare yang disertai darah, kejang perut, demam, dan terkadang dapat menyebabkan gangguan pada ginjal. Infeksi *Escherichia coli* pada beberapa penderita, anak-anak di bawah lima tahun, dan orang tua dapat menimbulkan komplikasi yang disebut dengan sindrom uremik hemolitik. Sekitar 2-7% infeksi *Escherichia coli* menimbulkan komplikasi (Radji, 2009).

Sebagian besar penyakit yang disebabkan oleh infeksi *Escherichia coli* ditularkan melalui makanan yang tidak dimasak dan daging yang terkontaminasi. Penularan penyakit dapat terjadi melalui kontak langsung dan biasanya terjadi di tempat yang memiliki sanitasi dan lingkungan yang kurang bersih (Radji, 2009).

Berdasarkan sifat virulensi, *Escherichia coli* dikelompokkan menjadi *Escherichia coli* yang menyebabkan infeksi intestin dan *Escherichia coli* yang menyebabkan infeksi ekstraintestin (Radji, 2009).

## 5. *Escherichia coli* yang menyebabkan infeksi intestin

### a. *Escherichia coli* enteropatogenik (EPEC)

Jenis ini merupakan penyebab utama diare pada bayi. EPEC memiliki fimbria, toksin yang tahan terhadap panas (ST), dan toksin yang tidak tahan panas (LT), serta menggunakan *adhesin*, yang dikenal dengan intimin, untuk melekat pada sel mukosa usus. Infeksi EPEC mengakibatkan diare berair yang biasanya dapat sembuh sendiri, tetapi ada juga yang menjadi kronis. Lama diare yang disebabkan oleh EPEC dapat diperpendek dengan pemberian antibiotik (Radji, 2009).

### b. *Escherichia coli* enterotoksigenik (ETEC)

ETEC merupakan bakteri penyebab diare pada anak dan wisatawan yang bepergian ke daerah yang bersanitasi buruk. Oleh karena itu, diare yang disebabkan oleh jenis bakteri ini sering dinamakan diare wisatawan. Faktor kolonisasi ETEC yang spesifik untuk manusia adalah *fimbrial adhesin*. Faktor ini menyebabkan ETEC dapat melekat pada epitel usus halus sehingga biasanya menyebabkan diare tanpa demam (Radji, 2009).

Beberapa galur bakteri ini menghasilkan eksotoksin yang tidak tahan panas (LT). Struktur molekul dan fungsi LT mirip dengan protein toksin kolera (86 kDa). Subunit B melekat pada gangliosida GM1 pada *brush border* sel epitel usus halus dan memudahkan subunit A masuk ke dalam sel sehingga dapat mengaktifkan adenilat siklase (Radji, 2009).

ETEC juga memproduksi toksin yang tahan terhadap panas (ST), Toksin ini tahan dalam air mendidih selama 30 menit. Enterotoksin yang stabil terhadap pemanasan ini merupakan peptide yang memiliki bobot molekul sekitar 4000

dalton. Karena ukurannya yang kecil inilah, toksin ST diperkirakan sulit dinaktifkan oleh pemanasan. Toksin ini dapat menyebabkan konsentrasi guanosin monofosfat siklik dalam sitoplasma hospes meningkat sehingga meningkatkan konsentrasi adenosine monofosfat setempat (cAMP). Hal ini menimbulkan hipersekresi air dan klorida secara terus-menerus dan lama dan disertai penghambatan resorpsi natrium. Lumen usus terenggang oleh cairan dan mengakibatkan hipermotilitas dan diare (Radji, 2009).

Untuk menghindari diare wisatawan, sangat dianjurkan untuk berhati-hati dalam memilih makanan yang kemungkinan terkontaminasi oleh ETEC. Profilaksis dengan suatu antimikroba dapat efektif, tetapi dapat juga menimbulkan peningkatan resistensi bakteri pada antibiotik (Radji, 2009).

c. *Escherichia coli* enteroinvasif (EIEC)

Mekanisme patogenik EIEC mirip dengan patogenesis infeksi yang disebabkan oleh *Shigella*. EIEC masuk dan berkembang dalam epitel sel-sel kolon sehingga menyebabkan kerusakan pada sel kolon. Gejala klinis yang ditimbulkan oleh infeksi EIEC mirip dengan gejala diare yang disebabkan oleh *Shigella*. Gejala diare biasanya disertai demam (Radji, 2009).

d. *Escherichia coli* enterohemoragik (EHEC)

Jenis bakteri ini menghasilkan suatu toksin yang dikenal dengan verotoksin. Nama verotoksin sesuai dengan efek sitotoksik toksin ini pada sel *vero*, yaitu sel ginjal yang diperoleh dari ginjal monyet Afrika (*African green monkey*). EHEC dapat menyebabkan kolitis berdarah (yakni diare berat yang disertai perdarahan) dan sindrom uremik hemolitik (yakni gagal ginjal akut yang disertai anemia hemolitik mikroangiopatik dan trombositopenia). Banyak kasus



kolitis berdarah dan komplikasinya dapat dicegah dengan memasak daging sampai matang sebelum dikonsumsi (Radji, 2009).

e. *Escherichia coli* enteroagregatif (EAEC)

Bakteri ini menimbulkan diare akut dan kronis yang merupakan penyebab utama diare pada masyarakat di daerah berkembang. EAEC melekat pada sel manusia dengan pola khas dan menyebabkan diare yang tidak berdarah, tidak menginvasi, dan tidak menyebabkan inflamasi pada mukosa intestin. EAEC diperkirakan memproduksi EAST (*entero aggregative ST toksin*), yang merupakan suatu entero toksin yang tidak tahan panas. Di samping itu, EAEC juga memproduksi hemolisin yang diperkirakan mirip dengan hemolisin yang diproduksi oleh galur *Escherichia coli*, yang dapat menyebabkan infeksi saluran kemih. Peranan toksin dan hemolisin dalam virulensi EAEC belum diketahui dengan jelas. Demikian juga, peranan galur EAEC sebagai penyebab penyakit pada manusia masih kontroversial (Radji, 2009).

**6. *Escherichia coli* yang menyebabkan infeksi ekstraintestin**

a. *Escherichia coli* uropatogenik (UPEC)

UPEC menyebabkan kira-kira 90% infeksi saluran kandung kemih mulai dari sistitis sampai pielonefritis. Bakteri yang berkolonisasi berasal dari tinja atau daerah perineum saluran urine yang masuk ke dalam kandung kemih. Kemungkinan wanita mengalami infeksi UPEC pada kandung kemih empat belas kali lebih besar daripada pria karena wanita mempunyai saluran uretra yang lebih pendek. UPEC biasanya menyebabkan infeksi sistitis tanpa gejala serius pada wanita yang saluran inteslinnya telah terinfeksi UPEC sebelumnya. Bakteri yang terdapat pada periureteral tersebut pada akhirnya masuk ke dalam kandung kemih

ketika melakukan hubungan seksual. Dengan bantuan *adhesin*, UPEC dapat berkolonisasi pada kandung kemih penderita (Radji, 2009).

Protein penting *adhesin* yang dikaitkan dengan patogenitas UPEC adalah P-fimbria atau PAP (pili yang menyebabkan pielonefritis [*pyelonephritis-associated pili*]). P-fimbria dapat berikatan dengan antigen P yang terdapat pada sel darah merah yang mengandung residu D-galaktosa-D-galaktosa. Fimbria ini tidak saja dapat berikatan dengan sel darah merah, tetapi dapat juga berikatan dengan senyawa galaktosa yang terdapat pada permukaan sel-sel epitel saluran kemih. UPEC biasanya menghasilkan siderofor yang dianggap berperan penting selama proses berkolonisasi. Bakteri ini juga menghasilkan hemolisin yang bersifat sitotoksik terhadap membran sel hospes. Aktivitas hemolisin tidak hanya terbatas pada kemampuan melisis sel darah merah, tetapi  $\alpha$ -hemolisin *Escherichia coli* dapat melisis limfosit, sedangkan  $\beta$ -hemolisin dapat menghambat aktivitas fagositosis dan kemotaksis neutrofil (Radji, 2009).

b. *Escherichia coli* meningitis neonatus (NMEC)

NMEC dapat menyebabkan meningitis pada bayi baru lahir. Galur bakteri ini dapat menginfeksi satu dalam dua ribu sampai empat ribu bayi. Perjalanan infeksi biasanya terjadi setelah *Escherichia coli* masuk ke dalam pembuluh darah melalui nasofaring atau saluran gastrointestinal dan kemudian masuk ke dalam sel-sel otak. Antigen Kapsul K1 dianggap sebagai faktor virulensi utama yang menyebabkan meningitis pada bayi. Antigen K1 dapat menghambat fagositosis, reaksi komplemen, dan respons reaksi imunitas hospes. Selain itu, siderofor dan endotoksin juga berperan penting dalam patogenesis NMEC (Radji, 2009).

## **7. Pemeriksaan laboratorium**

Isolasi dan identifikasi bakteri *Escherichia coli* dari bahan pemeriksaan klinik menggunakan metode dan media yang sesuai dengan pemeriksaan bakteri enteric lainnya. Pemeriksaan laboratorium untuk penyakit diare masih sulit dilakukan secara rutin karena pemeriksaan secara tradisional dan serologi seringkali tidak mampu mendeteksi bakteri penyebab diare tersebut. Deteksi sebagian besar galur *Escherichia coli* patogen memerlukan metode khusus untuk mengidentifikasi toksin yang dihasilkan (Radji, 2009).