

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### A. Tinjauan Teori

#### 1. Bakteri *Coliform*

Bakteri *Coliform* adalah bakteri tidak berspora motil atau non-motil yang berbentuk basil, dan dapat memfermentasi laktosa untuk menghasilkan asam dan gas pada temperatur 37°C dalam waktu 48 jam. Bakteri *Coliform* tinja adalah *Escherichia coli* dan *Coliform* non tinja adalah *Klebsiella aerogeus*. Keberadaan *E. coli* dalam air merupakan indikasi tercemarnya dengan tinja manusia (Chandra, 2006).

Bahaya jika air sudah tercemar oleh kotoran atau feses manusia yaitu akan menyebabkan penderita atau pembawa penyakit menular seperti disentri, dan air berkemungkinan mengandung bibit penyakit yang masih hidup yang jika terminum maka dapat mengakibatkan timbulnya penyakit serupa (Supardi dan Sukamto, 1999).

Bakteri *Coliform* dapat dibedakan atas dua grup, yaitu:

- a. *Coliform* fekal, merupakan bakteri yang berasal dari kotoran hewan maupun manusia, misalnya *Escherichia coli*
- b. *Coliform* non fekal, biasanya ditemukan pada hewan atau tanaman-tanaman yang telah mati, misalnya *Enterobacter aerogenes* (Irianto, 2013).

Beberapa alasan bakteri *Coliform* dipilih sebagai bakteri indikator terjadinya kontaminasi tinja dibandingkan kuman patogen lain yang terdapat di saluran pencernaan manusia, yaitu;

- a. Bakteri *Coliform* jumlahnya banyak dalam usus manusia. Bakteri ini jarang ditemukan di air, maka adanya bakteri ini di dalam air dapat dikatakan terjadi kontaminasi dengan tinja manusia.
- b. Bakteri *Coliform* mudah ditemukan dengan metode kultur (walau jumlahnya hanya satu kuman dalam 100cc air) dibanding jenis bakteri patogen lainnya.

- c. Bakteri *Coliform* lebih tahan hidup dibandingkan bakteri usus patogen lainnya.
- d. Bakteri *Coliform* lebih resisten terhadap proses purifikasi air secara ilmiah. Bakteri ini apabila ditemukan dalam sampel air maka dapat diambil kesimpulan bahwa kuman usus patogen yang lain dapat juga ditemukan dalam sampel air tersebut walaupun dalam jumlah yang kecil (Chandra, 2006).

Penyakit yang menyerang manusia dapat ditularkan dan menyebar secara langsung maupun tidak langsung melalui air. Penyakit yang ditularkan melalui air disebut sebagai *waterborne disease* atau *water-related disease* (Chandra, 2006).

Bakteri *Coliform* yang penularannya melalui air dan menyebabkan infeksi saluran cerna, yaitu:

- a. *Escherichia coli*

*Escherichia coli* merupakan salah satu dari famili Enterobacteriaceae. Bakteri ini adalah bakteri Gram-negatif, berbentuk kokobasil, berflagel, berukuran 0,4-0,7  $\mu\text{m}$  X 1,4  $\mu\text{m}$ , dan mempunyai simpai. *Escherichia coli* dapat tumbuh di hampir semua media perbenihan, dapat memfermentasi laktosa, dan bersifat mikroaerofilik (Radji, 2010).

*Escherichia coli* Enteropatogenik (EPEC) menyebabkan keracunan makanan jika terkontaminasi dalam air atau makanan (Irianto, 2013).

- b. *Salmonella typhi*

*Salmonella* merupakan bakteri patogen yang bersifat gram negatif, berbentuk batang, tidak berspora, tidak berkapsul, dan bergerak aktif dengan flagella patrich. Bakteri ini dapat ditemukan pada spesimen darah, feses, urine, liquorcerebrospinalis, makanan, minuman dan air (Soemarno, 2000).

*Salmonella* yang berukuran 1-3,5  $\mu\text{m}$  x 0,5-0,8  $\mu\text{m}$  dapat bertahan di dalam air selama 4 minggu. Bakteri ini dapat hidup dalam media yang mengandung garam empedu berkonsentrasi tinggi dan tahan terhadap brilliant green, natrium tetratonat, dan natrium deoksikolat (Radji, 2010).

c. *Shigella dysenteriae*

*Shigella dysenteriae* adalah bakteri Gram-negatif dengan ukuran 0,5-0,7  $\mu\text{m}$  x 2-3  $\mu\text{m}$ . Morfologi dari *Shigella dysenteriae* yaitu batang pendek, tidak berspora, tidak berflagel sehingga tidak bergerak, dan dapat memiliki kapsul. *Shigella dysenteriae* dapat hidup dalam suasana aerob atau fakultatif anaerob. Suhu pertumbuhan bakteri ini adalah 37°C dan pH optimum 6,4 - 7,8. *Shigella* bisa memfermentasi berbagai macam karbohidrat, kecuali laktosa, menghasilkan asam tanpa gas. Berdasarkan reaksi fermentasi, *Shigella dysenteriae* dapat dibedakan dari spesies *Shigella* lain karena memberikan hasil negatif pada fermentasi manitol (Radji, 2010).

d. Genus *Klebsiella*

*Klebsiella* bersifat gram negatif, berbentuk batang berderet, tidak berspora, tidak bergerak, dan mempunyai berkapsul. *Klebsiella* dapat hidup sebagai saprofit pada air, tanah, makanan dan sayur-sayuran. Menimbulkan infeksi pada saluran urine, paru-paru, saluran pernafasan, dan luka (Soemarno, 2000).

e. Genus *Enterobacter*

Genus *enterobacter* merupakan bakteri gram negatif yang berbentuk batang, tidak berspora, kadang-kadang berkapsul, bergerak aktif dengan flagella peritrich. *Enterobacter* tergolong bakteri tidak patogen, spesimen dapat ditemukan di darah, urine, faeces, sputum, pus, dan makanan, minuman serta air (Soemarno, 2000).

Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan bakteri yaitu:

a. Zat Makanan

Bahan makanan yang dapat digunakan oleh mikroorganisme yang diperlukan agar dapat dibiakkan yaitu sumber karbon, sumber nitrogen, mineral seperti sulfur dan fosfor, dan faktor pertumbuhan seperti asam amino, purin dan pirimidin, dan berbagai vitamin.

b. Konsentrasi ion Hidrogen (Ph)

Mikroorganisme sebagian besar tumbuh pada pH 6,0-8,0. Bakteri asidofil mempunyai pH optimal 3,0 dan bakteri alkalifil mempunyai pH optimal 10,5.

c. Temperatur

Suhu optimal pertumbuhan bakteri sangat bervariasi tergantung pada jenis bakteri itu sendiri. Bentuk psikrofilik tumbuh paling baik pada temperatur rendah 15-20°C; bentuk mesofilik tumbuh paling baik pada 30-37°C; dan bentuk termofilik tumbuh paling baik pada 50-60°C. Sebagian besar organisme adalah mesofilik; 30°C adalah suhu optimal untuk banyak bentuk mikroba yang hidup bebas, dan temperatur tubuh pejamu adalah suhu yang optimal untuk simbiosis hewan berdarah panas.

Suhu optimal biasanya mencerminkan lingkungan normal bakteri tersebut, oleh karena itu bakteri yang patogen bagi manusia biasanya tumbuh optimal pada suhu 37°C.

d. Oksigen

Berdasarkan kebutuhan oksigen tersebut, bakteri dapat dipisahkan menjadi lima kelompok :

- 1) Anaerob obligat yang tumbuh hanya dalam keadaan tekanan oksigen sangat rendah dan oksigen bersifat toksik.
- 2) Anaerob aerotoleran yang tidak mati dengan adanya paparan oksigen.
- 3) Anaerob fakultatif, dapat tumbuh dalam keadaan aerob dan anaerob
- 4) Aerob obligat membutuhkan oksigen untuk pertumbuhannya
- 5) Mikroaerofilik yang tumbuh baik pada tekanan oksigen rendah, tetapi tekanan tinggi dapat menghambat pertumbuhannya.

e. Tekanan Osmotik

Mikroorganisme yang memerlukan konsentrasi garam tinggi disebut halofilik, sedangkan mikroorganisme yang memerlukan tekanan osmotik tinggi disebut osmofilik. Sebagian besar bakteri mampu menoleransi tekanan osmotik yang sangat beragam karena mempunyai kemampuan

untuk mengatur osmolaritas dan konsentrasi ion internal (Suharto dan Chatim, 1994).

## **2. Air**

Air merupakan komponen penting selain udara dalam kehidupan. Tubuh manusia terdiri dari air hingga tiga per empat dari total bagian tubuh. Manusia tidak dapat bertahan hidup tanpa air lebih dari 4-5 hari. Selain untuk minum, air juga dapat digunakan untuk kebutuhan lainnya (Chandra, 2006). Penyakit batu ginjal dan kandung kemih dapat disebabkan oleh kurangnya air di dalam tubuh karena proses kristalisasi unsur-unsur di dalam cairan tubuh (Slamet, 2009).

Air yang diperuntukkan untuk kebutuhan hidup tidak boleh berbahaya bagi kesehatan, dan harus memenuhi standar menurut WHO yaitu standar fisik, biologis, zat kimia, dan radioaktif (Chandra, 2006). Air yang diminum harus memenuhi syarat Permenkes No.492/MENKES/PER/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum yaitu total bakteri *Coliform* 0/100mL sampel

## **3. Sari Buah**

Sari buah merupakan hasil dari pemerasan atau penghancuran buah yang telah masak. Sari buah terdapat sari buah encer yang diperoleh langsung dari pemerasan buah yang ditambah air dan gula sehingga dapat langsung diminum, sedangkan sari buah pekat setelah dilakukan pemerasan buah dilanjutkan proses pendidihan atau penguapan hampa udara, sehingga jika ingin meminum sari buah pekat atau yang sering disebut sirup ini harus diencerkan dulu dengan air (Indrati dan Gardjito, 2013).

## **4. Es Jeruk**

Jeruk merupakan salah satu buah yang sangat populer di masyarakat dan mempunyai nilai ekonomis tinggi karena kandungan gizi yang tinggi, terutama Vitamin C dan Vitamin A. Buah jeruk dapat dikonsumsi secara langsung atau diolah menjadi jus atau sirup. Es jeruk merupakan salah satu bentuk minuman olahan alami yang menggunakan sari buah jeruk yang ditambah dengan air minum, gula, dan es batu. Es jeruk memiliki rasa yang

segar dengan harga yang relatif murah dan banyak dijual di banyak tempat termasuk di rumah makan.

Pembuatan jeruk peras:

- a. Ambil buah jeruk yang sudah matang lalu dipotong menjadi dua bagian.
- b. Potongan jeruk diperas menggunakan alat pemeras, lalu air perasan ditampung di gelas yang sudah disiapkan.
- c. Campurkan gula yang sudah dilarutkan pada perasan jeruk kemudian tambahkan es batu.

## 5. Pemeriksaan MPN (*Most Probable Number*)

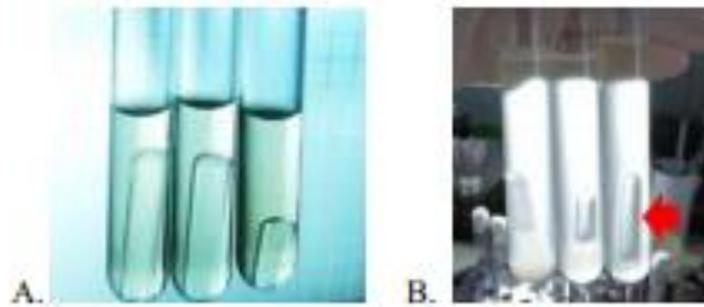
Metode *Most Probable Number* (MPN) adalah metode perhitungan sel terutama perhitungan bakteri *Coliform* berdasarkan jumlah perkiraan terdekat yaitu perhitungan dalam *range* tertentu dan dihitung sebagai nilai duga dekat secara statistik dengan merujuk pada Tabel MPN (Harti, 2015).

Metode MPN lebih sensitif daripada metode hitungan cawan karena dapat mendeteksi bakteri *Coliform* yang sangat rendah di dalam sampel (Irianto, 2013).

Uji kualitatif *Coliform* terdiri dari tiga tahapan, yaitu uji pendugaan (*presumptive test*), uji penegasan (*confirmed test*), dan uji pelengkap (*completed test*) (Martani, 2020).

### 1. Uji pendugaan (*presumptive test*)

Pemeriksaan ini dilakukan untuk menduga adanya bakteri *Coliform* dalam sampel air. Uji dilakukan menggunakan media *Lactose Broth* yang terdapat tabung Durham di dalamnya. Terbentuknya gas ( $\geq 10\%$ ) pada tabung Durham menunjukkan hasil yang positif, karena gas dihasilkan dari bakteri *Coliform* yang dapat memfermentasi laktosa (Martani, 2020).



Sumber: Alifia dan Aji (2021)

Gambar 2.1. Hasil uji pendugaan pada media LB (A.) negatif (B.) positif.

b. Uji penegasan (*confirmed test*)

Uji penegasan menggunakan media selektif BGLB (*Brilliant Green Lactose Broth*) yang mengandung *ox-bile* dan *brilliant green* yang menghambat pertumbuhan bakteri gram positif yang dapat memfermentasi laktosa (Martani, 2020). Hasil positif pada uji pendugaan selanjutnya dilakukan uji penegasan menggunakan tabung yang berisi media BGLB dan diinkubasi pada 37°C selama 48 jam. Jumlah tabung yang positif dicocokkan pada Tabel MPN yang sesuai dengan jumlah seri tabung yang digunakan (Lestari dkk., 2018).



Sumber: Alifia dan Aji (2021)

Gambar 2.2. Hasil uji penegasan pada media BGLB (A.) negatif (B.) positif.

c. Uji pelengkap (*completed test*)

Analisis akhir dari pemeriksaan ini bertujuan untuk mendeteksi adanya bakteri *Escherichia coli* dengan menggunakan metode pengecatan Gram pada koloni yang tumbuh pada media EMB. Tumbuhnya bakteri *E coli* ditandai dengan adanya koloni berwarna hijau metalik dan jika dilakukan pengamatan mikroskopis menunjukkan bakteri dengan bentuk basil, gram negatif, dan tidak memiliki spora (Martani, 2020).



Sumber: Alifia dan Aji (2021)

Gambar 2.3. Hasil uji pelengkap bakteri *E.coli* pada media EMB (A.) negatif (B.) positif.

Ragam yang digunakan dalam pemeriksaan bakteri *Coliform* dengan MPN ada tiga, yaitu (Soemarno, 2000)

- a. Ragam 5 1 1 (5 x 10 mL, 1 x 1 mL, 1 x 0,1 mL)

Ragam yang digunakan untuk air yang sudah diolah atau yang kumannya diperkirakan rendah.

- b. Ragam 5 5 5 (5 x 10 mL, 5 x 1 mL, 5 x 0,1 mL)

Ragam yang digunakan untuk air yang belum diolah atau yang kumannya diperkirakan tinggi.

- c. Ragam 3 3 3 (3 x 10 mL, 3 x 1 mL, 3 x 0,1 mL)

Ragam alternative untuk ragam II apabila jumlah tabung terbatas.

## B. Kerangka Konsep

