

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Air Sebagai Bahan Baku Pembuatan Es Batu

1. Pengertian air

Air adalah suatu senyawa kimia berbentuk cairan yang tidak berwarna, tidak berbau dan tak ada rasanya. Air mempunyai titik beku 0°C pada tekanan 1 atm, titik didih 100°C dan kerapatan 1,0 g/cm³ pada suhu 4°C. Ukuran satu molekul air sangat kecil, umumnya bergaris tengah sekitar 3 Å (0,3 nm atau 3x10⁻⁸ cm). Wujud air dapat berupa cairan, gas (uap air) dan padatan (es) (Susana, 2003).

Semua makhluk hidup di dunia ini membutuhkan apa yang disebut air, mulai dari mikroorganisme sampai dengan makhluk paling mulia yaitu manusia. Tidak akan ada kehidupan seandainya di bumi ini tidak ada air, karena air merupakan kebutuhan utama bagi proses kehidupan (Susana, 2003). Air merupakan bahan alam yang diperlukan untuk kehidupan manusia, hewan dan tanaman yaitu sebagai media pengangkutan zat-zat makanan, juga merupakan sumber energi serta berbagai keperluan lainnya (Sasongko et al., 2014). Air tanah dapat berupa air sumur dalam maupun air sumur dangkal (Ningrum, 2018).

Air yang dipergunakan untuk kebutuhan manusia sehari-hari di rumah bukan merupakan air murni, melainkan merupakan air yang berasal dari sumber-sumber tertentu yang kemudian diproses dengan penambahan zat-zat kimia, sehingga layak untuk digunakan. Air minum juga bukan merupakan air murni, melainkan selalu mengandung sedikit gas (misalnya oksigen dan karbon dioksida) serta mineral-mineral tertentu yang dibutuhkan manusia. Secara normal air yang dapat dimanfaatkan untuk suatu kehidupan pada umumnya tidak berwarna, tidak

berbau dan tidak berasa (kecuali air laut). Air yang mempunyai rasa biasanya mengandung garam-garam terlarut. Dalam kondisi tersebut telah terjadi pelarutan ion-ion logam yang dapat merubah konsentrasi ion hidrogen (H^+) yang terdapat dalam air, selanjutnya pH air akan berubah pula (Susana, 2003).

Air murni adalah suatu persenyawaan kimia yang paling sederhana, komposisi kimianya terdiri dari dua atom hidrogen (H) dan satu atom oksigen (O) yang saling berikatan. Atom-atom hidrogen terikat pada atom oksigen secara asimetris, sehingga kedua atom hidrogen berada di satu ujung, sedangkan atom oksigennya berada di ujung lainnya (Susana, 2003).

Hidrogen merupakan unsur kimia yang sangat reaktif, atomnya dapat membentuk ikatan kovalen dengan penggunaan elektron secara bersamaan. Berdasarkan sifat unsur hidrogen ini, maka dalam molekul air terjadi ikatan kovalen antara unsur-unsur hidrogen dan oksigen. Dalam ikatan kovalen ini setiap atom hidrogen memiliki satu elektron yang dipakai secara bersamaan dengan atom oksigen, sedangkan atom oksigen mendapatkan dua elektron yang dibutuhkan untuk kebutuhan elektron terluarnya demikian juga halnya dengan atom hydrogen (Susana, 2003).

Air memiliki masalah utama yang harus dihadapi dalam pengolahannya adalah semakin tingginya tingkat pencemaran, baik pencemaran yang berasal dari air limbah rumah tangga maupun limbah industri. Upaya-upaya baru terus dilakukan untuk mendapatkan sumber air, khususnya untuk pemenuhan akan air minum yang memenuhi persyaratan-persyaratan yang telah ditetapkan (Sa'adah, 2017).

Air minum sehat jika memiliki sifat fisik seperti tidak berwarna, tidak berasa, suhu lebih rendah dari udara; sifat mikrobiologi yang mengandung kurang dari 4 bakteri *Escherichia coli* untuk setiap 100 cc air; dan sifat kimiawi yang tidak boleh mengandung senyawa ion atau logam yang melebihi jumlah yang ditentukan, dan persyaratan radioaktif yang terkandung dalam parameter wajib dan tambahan. Untuk menjamin kualitas air minum, pemerintah mengeluarkan peraturan melalui Menteri Kesehatan No.907 / Menkes /SK / VII / 2002 tentang Standar dan Persyaratan Pengendalian Kualitas Air Minum yang semaksimal mungkin *Escherichia coli* dalam air minum (B. Setiawan dkk, 2018).

2. Kriteria kualitas air

Air yang digunakan untuk keperluan sehari–hari sebaiknya adalah air yang memenuhi kriteria sebagai air bersih. Air bersih merupakan air yang dapat digunakan untuk keperluan sehari–hari yang kualitasnya memenuhi syarat–syarat kesehatan dan dapat diminum apabila telah dimasak. Sedangkan yang dinamakan air minum adalah air yang melalui proses pengolahan atau tahap proses pengolahan memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum (Waluyo, 2009).

Persyaratan kesehatan untuk air bersih dan air minum meliputi persyaratan fisik, kimiawi, radioaktif, dan bakteriologis. Syarat–syarat tersebut menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum adalah sebagai berikut:

a. Persyaratan fisik

Kriteria fisik ditentukan oleh faktor–faktor kekeruhan, warna, bau, total zat padat terlarut (TDS), suhu, maupun rasa. Secara fisik air bersih atau air minum harus jernih, tidak berbau, dan tidak berasa. Selain itu juga suhu air bersih sebaiknya sama dengan suhu udara atau kurang lebih 25°C , dan apabila terjadi perbedaan maka batas yang diperbolehkan adalah $25^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$.

b. Persyaratan kimia

Air bersih tidak boleh mengandung bahan–bahan kimia dalam jumlah yang melampaui batas. Beberapa persyaratan kimia antara lain adalah: aluminium, pH, kesadahan, besi (Fe), mangan (Mn), tembaga (Cu), seng (Zn), chloride (Cl), Sulfat, Amonia. Jenis parameter lainnya: bahan anorganik, bahan organik, pestisida, desinfektan dan hasil samping desinfektan.

c. Persyaratan radiologis

Persyaratan radiologis mensyaratkan bahwa air bersih tidak boleh mengandung zat yang menghasilkan bahan–bahan yang mengandung radioaktif, seperti sinar *alfa*, *beta*, dan *gamma*.

d. Persyaratan bakteriologis atau mikrobiologis

Air bersih tidak boleh mengandung kuman pathogen dan parasitik yang mengganggu kesehatan. Persyaratan bakteriologis ini ditandai dengan tidak adanya bakteri *Escherichia coli* atau *Fecal coli* dalam air (Waluyo, 2009).

B. Es Batu

1. Pengertian

Es batu dikenal masyarakat sebagai air yang dibekukan di dalam alat pendingin bersuhu 0°C (Cahaya dkk, 2019). 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. Es batu memiliki berbagai macam bentuk yaitu es batu balok, es batu kristal, dan es batu kemasan plastic (Nurmalasari, 2019).

Proses pembuatan es batu yang dilakukan secara umum, salah satunya adalah air PDAM atau air sumur yang sudah diolah, lalu dipanaskan sampai pada suhu 100°C. Tujuannya diharapkan agar bakteri mati dalam proses pemanasan, kemudian setelah air dipanaskan, air tersebut dibiarkan hingga dingin. Lalu dimasukkan ke *container*. Agar dapat membeku dan menjadi es, simpan di *freezer* pada suhu 0° C.

2. Perbedaan es batu yang terbuat dari air mentah dan matang

Perbedaan es batu yang terbuat dari air matang dan mentah yaitu es dari air mentah berwarna putih karena masih banyak gas yang terperangkap di dalamnya. Biasanya, es yang dibuat dari air mentah adalah es Balok. Es ini jelas-jelas tidak baik dikonsumsi, terlebih lagi jika airnya diambil dari air sungai yang tercemar. Es dari air matang akan terlihat bening karena gas di dalam air terlepas ketika proses perebusan. Biasanya, es seperti ini disebut es Kristal (Hadi dkk, 2014).

3. Penyimpanan es batu

Suhu dan kelembaban merupakan faktor yang harus diperhatikan dalam penyimpanan bahan makanan. Dengan teknik penyimpanan dingin (*Refrigerated Storage*) memungkinkan penambahan bakteri tidak terjadi. Namun, beberapa

bakteri pathogen dapat bertahan di tempat penyimpanan dingin. Berdasarkan klasifikasi F.G Winarno (Anwar, dkk. 2010), digolongkan menjadi tiga yaitu

a. Penyimpanan sejuk

- 1) Antara 15-25°C.
- 2) Untuk minuman keras, umbi – umbian, sayuran.

b. Pendinginan

- 1) Pada suhu <5,6°C.
- 2) Dapat menghambat pertumbuhan mikroba psikofilik dan mencegah pertumbuhan mikroba pathogen.
- 3) Botulinum tipe E dapat memproduksi racun pada suhu 3,3° C.

c. Penyimpanan beku

- 1) Dengan penyelupan bahan ke dalam refrigerator.
- 2) Kontak langsung dengan refrigerant.
- 3) Dengan menggunakan udara dingin (1-7,8°C sampai -34,4°C). Pada suhu beku sel vegetatif lama kelamaan mati. Kapang akan tumbuh lambat pada suhu – 8,9°C sampai dengan -6,67°C dan Khamer tumbuh pada suhu \geq - 8,9°C. Mikroba tak dapat hidup lagi pada suhu -12°C. Untuk mikroba psikophiliktumbuh pada suhu 0-5°C.

4. Es batu dengan kehadiran bakteri indikator pencemaran air

Es kristal dapat tercemar oleh bakteri atau mikroorganisme jika tangan pedagang kurang bersih atau wadah penyimpanan dan cara penyajian es kristal yang kurang higienis. Kemungkinan juga pada saat pembuatan es kristal, tangki air yang digunakan juga dapat meningkatkan resiko pertumbuhan mikroorganisme seperti bakteri *Escherichia coli*, ketika tidak adanya proses produksi, air yang tersisa

dibawah tangki akan mengalami pengendapan dan dapat tercemar oleh bakteri. Apabila sisa air ini digunakan untuk proses pembuatan selanjutnya, maka es kristal dapat terkontaminasi oleh bakteri (Sinaga, 2017).

C. Bakteri Indikator Sanitasi

Bakteri indikator sanitasi merupakan bakteri yang keberadaannya dalam pangan menunjukkan bahwa air atau makanan tersebut pernah tercemar oleh kotoran manusia. Karena bakteri – bakteri indikator sanitasi tersebut pada umumnya adalah bakteri yang lazim terdapat dan hidup pada usus manusia. Sehingga, adanya bakteri tersebut di air atau menunjukkan bahwa dalam satu atau lebih tahap pengolahan air atau makanan tersebut pernah terjadi kontak dengan kotak dengan kotoran yang berasal dari usus manusia dan oleh karena itu mungkin mengandung bakteri pathogen lainnya yang berbahaya. Hingga saat ini ada 3 jenis bakteri yang dapat digunakan untuk menunjukkan adanya masalah sanitasi, yaitu *Escherichia coli*, kelompok streptokokus (enterokokus) fekal dan *Clostridium perfringens* (Kuswiyanto, 2014)

1. Bakteri Coliform

a. Pengertian

Coliform merupakan suatu grup bakteri yang digunakan sebagai indikator adanya polusi kotoran dan kondisi yang tidak baik terhadap air, makanan, susu dan produk-produk susu. *Coliform* sebagai suatu kelompok dicirikan sebagai kelompok bakteri berbentuk batang, gram negatif, tidak membentuk spora, aerobik fakultatif yang memfermentasi lactose dengan menghasilkan asam dan gas dalam waktu 48 jam suhu 37°C . Adanya bakteri coliform dalam makanan dan minuman

menunjukkan kemungkinan adanya mikroba enteropatogenik dan toksigenik yang berbahaya bagi kesehatan (Jiwintarum dkk, 2017).

b. Jenis Bakteri *Coliform*

Bakteri Coliform dapat dibedakan atas dua, yaitu *coliform fecal* dan *coliform non fecal*.

- 1) *Coliform fecal* merupakan bakteri yang paling tidak dikehendaki kehadirannya di dalam air minum maupun makanan karena bakteri ini ada dikotoran hewan maupun manusia, misalnya *Escherichia coli*.
- 2) *Coliform non fecal* biasanya ditemukan pada hewan dan tanaman yang sudah mati, *Coliform non fecal* biasanya golongan perantara, misalnya *Enterobacter aerogenes*. Selvy (2015) dalam Lihun (2019)

Air atau makanan yang terkontaminasi oleh feses manusia baik secara langsung maupun tidak langsung merupakan rute terjadinya penyakit. Bakteri *Basillus tyfoid* dapat bertahan selama berminggu – minggu di dalam air, debu, es dan bahan limbah yang sudah dikeringkan Pelczar (2012) dalam Lihun (2019).

c. Ciri-ciri bakteri *coliform*

Coliform adalah kelompok bakteri indikator untuk menentukan kualitas atau mutu dari lingkungan air, tanah atau makanan. Ciri-ciri dari bakteri coliform adalah merupakan Gram negatif, mikroba tidak berspora, mampu memfermentasi laktosa menjadi gas dan asam pada suhu 35-37°C (Hadijah, 2019)

d. Resiko bagi kesehatan manusia

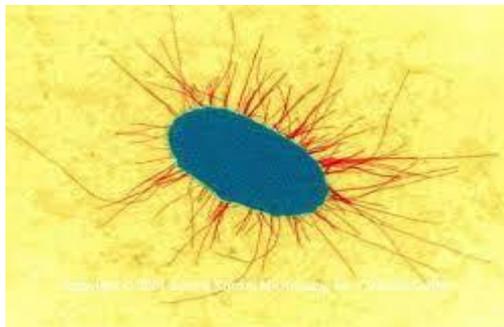
Kebanyakan orang mengkhawatirkan risiko kesehatan yang mungkin ditimbulkan oleh *coliform*. Orang yang terpapar air yang terkontaminasi *coliform* mungkin menunjukkan demam, diare dan kram perut, nyeri dada, atau hepatitis.

Selama mandi paparan coliform dapat menyebabkan infeksi saluran kemih. Sementara *Escherichia coli* dengan sendirinya umumnya tidak berbahaya, patogen lain yang berasal dari feses yang merupakan ancaman kesehatan termasuk *Salmonella*, *Shigella*, dan *Pseudomonas aeruginosa*. Non-bakteri patogen yang mungkin ada bersama bahan tinja termasuk *protozoa*, seperti itu sebagai *Cryptosporidium*, *Giardia*, virus (Sengupta & Saha, 2013)

2. *Escherichia Coli*

1. Pengertian *Escherichia Coli*

Escherichia coli adalah salah satu jenis spesies utama bakteri gram negative (Sutiknowati, 2016). *Escherichia coli* merupakan mikroflora normal pada usus yang menghasilkan vitamin K dalam usus dan merupakan bakteri dalam family *enterobacteriaceae* kebanyakan hewan yang paling sering dijumpai dibandingkan dengan *enterobacteriaceae* yang lai (Kuswiyanto, 2017).



(Sumber : Smith-Keary,1998)

Gambar 1. Bakteri *Escherichia coli*

2. Klasifikasi Dan Morfologi

Bakteri *Escherichia coli* ditemukan pada tahun 1885 oleh Theodor Escherich dan diberi nama sesuai dengan nama penemunya. *Escherichia coli* merupakan bakteri berbentuk batang dengan panjang sekitar 2 micrometer dan diameter 0.5 micrometer. Volume sel *Escherichia coli* berkisar 0.6-0.7 μm^3 . Bakteri

ini dapat hidup pada rentang suhu 20-40°C dengan suhu optimumnya pada 37°C dan tergolong bakteri gram negative (Sutiknowati, 2016).

Domain : Bacteria
Kingdom : Eubacteria
Phylum : Proteobacteria
Class : Gammaproteobacteria
Order : Enterobacteriales
Family : Enterobacteriaceae
Genus : *Escherichia*
Species : *Escherichia coli*

Pada umumnya, bakteri ini dapat ditemukan dalam usus besar manusia. Kebanyakan *Escherichia coli* tidak berbahaya, tetapi beberapa seperti tipe O157:H7 dapat mengakibatkan keracunan makanan yang serius pada manusia yaitu diare berdarah karena eksotoksin yang dihasilkan bernama verotoksin. Toksin ini bekerja dengan cara menghilangkan satu basa adenin dari unit 28S rRNA sehingga menghentikan sintesis protein. Sumber bakteri ini contohnya adalah daging yang belum masak, seperti daging hamburger yang belum matang (Sutiknowati, 2016).

3. Patogenesis dan gejala penyakit

Hampir semua jenis hewan berdarah panas dapat dikolonisasikan 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 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, 2010).

Lebih dari 700 serotipe antigenic *Escherichia coli* telah dikenal berdasarkan perbedaan struktur antigen O (antigen somatik), H (antigen flagel), dan K (antigen kapsul, selubung). Sebagai contoh, *Escherichia coli* serotype O157:H7 menunjukkan bahwa serotipe bakteri ini dibedakan berdasarkan jenis antigen O157 dan antigen H7 (Radji, 2010).

Beberapa galur *Escherichia coli* menjadi penyebab infeksi pada manusia, seperti infeksi saluran kemih, infeksi meningitis pada neonates dan infeksi intensin (gastroemeritis). Ketiga penyakit infeksi tersebut sangat bergantung pada ekspresi factor virulensi masing-masing serotipe *Escherichia coli*, termasuk adanya *adhesin*, *invasion*, jenis toksin yang diproduksi, dan kemampuan mengatasi pertahanan tubuh hospes (Radji, 2010).

Infeksi *Escherichia coli* sering kali berupa diare yang disertai darah, kejang perut, demam dan terkadang dapat menyebabkan gangguan pada ginjal. Infeksi *Escherichia coli* pada penderita anak-anak dibawah 5 tahun dan orang tua dapat menimbulkan komplikasi yang disebut sindrom uremik hemolitik. Sekitar 2-7% infeksi *Escherichia coli* menimbulkan komplikasi (Radji, 2010).

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 ditempat yang memiliki sanitasi dan lingkungan yang kurang bersih (Radji, 2010).

Berdasarkan sifat virulensi, *Escherichia coli* dikelompokkan menjadi *Escherichia coli* yang menyebabkan infeksi intestine dan *Escherichia coli* yang menyebabkan infeksi esktraintestin (Radji, 2010).

4. *Escherichia coli* yang menyebabkan infeksi intestine

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 antibiotic (Radji, 2010).

b) *Escherichia coli* enterotoksigenik (ETEC)

ETEC merupakan bakteri penyebab diare pada anak dan wisatawan yang berpergian 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, 2010).

Beberapa galur bakteri ini menghasilkan eksotoksin yang tidak tahan panas (LT). Struktur dan fungsi LT mirip dengan protein toksin kolera (86 kDa). Subunit B melekat pada gangliosida GMI pada *brush border* sel epitel

usus halus dan memindahkan subunit A masuk ke dalam sel sehingga dapat mengaktifkan adenilat siklase (Radji, 2010).

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 untuk diinaktifkan 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 dari lumen dan disertai penghambatan resorpsi natrium. Lumen usus teregang oleh cairan dan mengakibatkan hipermotilitas dan diare (Radji, 2010).

Untuk menghindari diare wisatawan, sangat dianjurkan untuk berhati-hati dalam memilih makanan yang kemungkinan terkontaminasi oleh ETEC. Profilaksis dengan suatu antimikroba dapat efektif, tetapi mungkin juga menimbulkan peningkatan resistensi bakteri pada antibiotik (Radji, 2010).

c) *Escherichia coli* enteroinfasif (EIEC)

Mekanisme patogenik EIEC mirip dengan pathogenesis 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 dengan demam (Radji, 2010).

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 colitis berdarah (yakni diare berat yang disertai pendarahan) dan sindrom uremik hemolitik (yakni gagal ginjal akut yang disertai anemia hemolitik mikroangiopatik dan trombositopenia). Banyak kasus colitis berdarah dan komplikasinya dapat dicegah dengan memasak daging sampai matang sebelum dikonsumsi (Radji, 2010).

e) *Escherichia coli* enteroagregatif (EAEC)

Bakteri ini menimbulkan diare akut dan kronis dan merupakan penyebab diare pada masyarakat di Negara berkembang. EAEC melekat pada sel manusia dengan pola khas dan menyebabkan diare yang tidak berdarah, tidak menginvasi, dan tidak menyebabkan inflamasi pada mukosa intestine. EAEC diperkirakan memproduksi EAST (*entero aggregative ST toxin*), yang merupakan suatu enterotoksin yang tidak tahan panas. Disamping itu, EAEC juga memproduksi hemolisin yang diperkirakan mirip dengan hemolisin yang diproduksi oleh *Escherichia coli* yang dapat menyebabkan infeksi saluran kemih. Peranan toksin dan hemolisin dalam verotoksin EAEC belum diketahui dengan jelas. Demikian juga, peranan galur EAEC sebagai penyebab penyakit pada manusia masih kontroversial (Radji, 2010).

5. *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 daerah periureteral tersebut pada akhirnya masuk ke dalam kandung kemih ketika melakukan hubungan seksual. Dengan bantuan *adhesin*, UPEC dapat berkolonisasi pada kandung kemih penderita. Yang dikaitkan dengan patogenitas UPEC adalah P-fibria atau PAP (pili yang menyebabkan pielonefritis [*pyelonephritis-associated pili*]). P-fibria dapat berikatan dengan antigen P yang terdapat pada sel darah merah yang mengandung residu D-galaktosa-Dgalaktosa. Fibria ini tidak saja dapat berikatan dengan sel darah merah, tetapi juga dapat berikatan dengan senyawa galaktosa yang terdapat pada permukaan sel-sel epitel saluran kemih. UPEC biasanya menghasilkan siderofor yang dianggap berperan penting dalam proses kolonisasi. Bakteri ini juga menghasilkan hemolisin yang bersifat sitotoksik terhadap membrane sel hospes. Aktivitas hemolisin tidak hanya terbatas pada kemampuan melisis sel darah merah, tetapi α -hemolisin *Escherichia coli* dapat melisis limfosit, sedangkan β -hemolisin dapat menghambat aktivitas fagositosis dan kemotaksis neutrofil (Radji, 2010).

b) *Escherichia coli* meningitis neonatus (NMEC)

NMEC dapat menyebabkan meningitis pada bayi baru lahir. Galur bakteri ini dapat menginfeksi 1 dalam 2000-4000 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 pathogenesis NMEC (Radji, 2010).

D. Perilaku selama bekerja/mengelola makanan:

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1096/MENKES/PER/VI/2011 Tentang Higiene Sanitasi Jasaboga, perilaku pegawai ataupun penjual selama bekerja atau mengelola makanan yaitu:

1. Tidak merokok
2. Tidak makan atau mengunyah
3. Tidak memakai perhiasan, kecuali cincin kawin yang tidak berhias (polos)
4. Tidak menggunakan peralatan dan fasilitas yang bukan untuk keperluannya
5. Selalu mencuci tangan sebelum bekerja, setelah bekerja dan setelah keluar dari toilet/jamban
6. Selalu memakai pakaian kerja dan pakaian pelindung dengan benar
7. Selalu memakai pakaian kerja yang bersih yang tidak dipakai di luar tempat jasaboga
8. Tidak banyak berbicara dan selalu menutup mulut pada saat batuk atau bersin dengan menjauhi makanan atau keluar dari ruangan
9. Tidak menyisir rambut di dekat makanan yang akan dan telah diolah

E. Pemeriksaan Mikrobiologi

1. Pemeriksaan Angka Lempeng Total

a. Pengertian

Pemeriksaan Angka Lempeng Total adalah menentukan jumlah bakteri dalam suatu sampel. Dalam test tersebut diketahui perkembangan banyaknya bakteri dengan mengatur sampel, di mana total bakteri tergantung atas formasi bakteri di dalam media tempat tumbuhnya dan masing-masing bakteri yang dihasilkan akan membentuk koloni yang tunggal (Mursalim, 2018).

b. Prinsip angka lempeng total

Prinsip dari ALT adalah menghitung pertumbuhan koloni bakteri aerob mesofil setelah sampel makanan ditanam pada lempeng media yang sesuai dengan cara tuang kemudian dieramkan selama 24-48 jam pada suhu 35-37°C. Uji angka lempeng total merupakan metode yang umum digunakan untuk menghitung adanya bakteri yang terhadap dalam sediaan yang diperiksa (Sundari, 2019).

Uji angka lempeng total dapat dilakukan dengan dua teknik, yaitu teknik cawan tuang (*pour plate*) dan teknik sebaran (*spread plate*). Pada prinsipnya dilakukan pengenceran terhadap sediaan yang diperiksa kemudian dilakukan penanaman pada media lempeng agar. Jumlah koloni bakteri yang tumbuh pada lempeng agar dihitung setelah inkubasi pada suhu dan waktu yang sesuai. Perhitungan dilakukan terhadap petri dengan jumlah koloni bakteri antara 30-300. Angka lempeng total dinyatakan sebagai jumlah koloni bakteri hasil perhitungan dikalikan faktor pengenceran. Jika sel jasad renik yang masih hidup ditumbuhkan pada medium agar, maka sel jasad renik tersebut akan berkembang biak membentuk koloni yang dapat dilihat langsung dan dapat dihitung dengan menggunakan mata tanpa mikroskop (Sundari, 2019).

Metode hitungan cawan merupakan cara yang paling sensitif untuk menentukan jumlah jasad renik karena beberapa hal yaitu (Sundari, 2019) :

1. Hanya sel yang masih hidup yang dapat dihitung.
2. Beberapa jenis jasad renik dapat dihitung satu kali.
3. Dapat digunakan untuk isolasi dan identitas jasad renik karena koloni yang terbentuk mungkin berasal dari jasad renik yang menetap menampakkan pertumbuhan yang spesifik.

2. MPN (*Most Probable Number*)

Metode MPN terdiri dari 3 tahapan, yaitu uji pendugaan (Presumptive Tes), uji penguat (Confirmed Tes), dan uji kelengkapan (Completed tes) (Natalia dkk, 2014). Perhitungan didasarkan pada tabung yang positif, yaitu tabung menunjukkan pertumbuhan mikroba setelah inkubasi pada suhu dan waktu tertentu dan dapat diketahui dari gelembung gas yang dihasilkan pada tabung Durham. Nilai MPN ditentukan dengan kombinasi jumlah tabung positif (asam dan gas) tiap serinya setelah diinkubasi (Natalia dkk, 2014).

Metode MPN yang digunakan dengan metode tabung 5 seri, yaitu dengan sampel 5x10 ml, 1x1 ml, dan 1x0,1 ml. Tes perkiraan ini merupakan tes pendahuluan tentang ada tidaknya kehadiran coliform berdasarkan terbentuknya asam dan gas, dengan menginkubasi sampel selama 24-48 jam dengan suhu 35°C. Terbentuknya gas menandakan uji pendugaan positif, dan dilanjut ke uji penguat. Uji penguat ini, menginkubasi hasil positif dari uji pendugaan, selama 24-48 jam selama 35°C. Apabila terbentuk gas dalam tabung durham menunjukkan adanya hasil positif bakteri coliform (Natalia dkk, 2014)