

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Higiene dan Sanitasi Makanan**

##### **1. Pengertian Higiene dan Sanitasi Makanan**

Higiene makanan adalah segala suatu usaha pencegahan penyakit yang menitikberatkan kegiatan pada usaha-usaha kebersihan, kesehatan atau keutuhan makanan itu sendiri (Widyastuti, Nurmasari & Almira, 2019). Sedangkan sanitasi makanan adalah upaya pencegahan yang memprioritaskan kegiatan dan tindakan yang diperlukan untuk mengeluarkan makanan dan minuman dari bahaya-bahaya yang dapat mengganggu kesehatan mulai dari sebelum produksi, selama proses pengolahan, penyimpanan, pengangkutan, penjualan, hingga saat dimana makanan dan minuman dikonsumsi oleh masyarakat (Mentor, 2020).

Higiene sanitasi makanan adalah upaya mengendalikan faktor makanan, orang, tempat, dan perlengkapannya yang dapat atau mungkin dapat menimbulkan penyakit atau gangguan kesehatan (Alfan, 2019). Pemeriksaan higiene sanitasi dilakukan untuk menilai kelaikan persyaratan teknis fisik meliputi bangunan, peralatan, dan ketenagaan serta persyaratan makanan dari cemaran kimia dan bakteriologis.

##### **a. Higiene Pedagang**

Penjamah makanan adalah orang yang secara langsung atau tidak langsung berhubungan dengan makanan dan peralatannya sejak dari tahap persiapan, pembersihan, pengolahan, pengangkutan sampai

penyajian. Penjamah makanan yang menangani bahan makanan sering menyebabkan kontaminasi mikrobiologis. Mikroorganisme yang hidup di dalam maupun pada tubuh manusia dapat menyebabkan penyakit yang ditularkan melalui makanan yang terdapat pada kulit, hidung, mulut, saluran pencernaan, rambut, kuku, dan tangan. (Fitriani, 2019).

Higiene pedagang dilakukan dengan tujuan untuk mewujudkan penyehatan perorangan yang layak dalam penyelenggaraan makanan, diperlukan tenaga penjamah yang memenuhi syarat sebagai berikut tidak menderita penyakit menular, menutup luka (pada luka terbuka/bisul atau luka lainnya), memakai celemek dan tutup kepala, mencuci tangan setiap kali hendak menangani makanan, menjamah makanan harus memakai alat/perlengkapan atau dengan alas tangan, tidak sambil merokok, menggaruk anggota badan (telinga, hidung, mulut, atau bagian lainnya), tidak batuk atau bersin dihadapan makanan jajanan yang disajikan dan atau tanpa menutup mulut atau hidung (Yulianto, 2015).

Menurut Permenkes RI No. 2 tahun 2023 tentang Kesehatan Lingkungan, pedagang makanan dalam melakukan kegiatan pelayanan penanganan makanan jajanan harus memenuhi persyaratan diantaranya:

- 1) Berkuku pendek, bersih, dan tidak memakai pewarna kuku.
- 2) Selalu mencuci tangan dengan sabun sebelum dan secara berkala saat mengolah pangan.

- 3) Tidak menggunakan perhiasan dan aksesoris lain (cincin, gelang, bros, dan lain-lain) ketika mengolah pangan.
- 4) Tidak menangani pangan setelah menggaruk-garuk anggota badan tanpa melakukan cuci tangan atau penggunaan sanitizer terlebih dahulu.
- 5) Mengambil pangan matang menggunakan sarung tangan atau alat bantu (contohnya sendok, penjepit makanan).

b. Sanitasi Peralatan

Peralatan adalah barang yang digunakan untuk penanganan makanan jajanan. Peralatan yang digunakan untuk mengolah dan menyajikan makanan harus sesuai kegunaan dan harus memenuhi syarat higiene sanitasi. Untuk menjaga peralatan makanan agar tetap memenuhi syarat higiene sanitasi maka harus diperhatikan hal-hal sebagai berikut:

- 1) Tempat penyimpanan peralatan makan terbuat dari bahan yang kuat, kedap air, yang dirancang demikian rupa sehingga tidak memungkinkan peralatan makan jatuh atau tercecer selama dalam perjalanan dan mudah dibersihkan menggunakan desinfektan sebelum dan sesudah digunakan.
- 2) Dianjurkan menggunakan alat makan sekali pakai baik alami (daun) atau buatan yang memiliki logo tara pangan (*food grade*).

c. Sanitasi penyimpanan makanan

Sanitasi penyimpanan makanan adalah upaya untuk mencegah makanan atau minuman dari bahaya yang dapat menimbulkan penyakit sebelum makanan disajikan. Proses penyimpanan makanan harus dilakukan dengan cara yang terlindungi dari kontak langsung dengan tubuh penjamah makanan seperti menggunakan sarung tangan plastik dan penjepit (Fauziah and Suparmi, 2022). Menurut Permenkes (2023), sanitasi penyimpanan makanan jajanan diantaranya:

- 1) Tempat penyimpanan/pemajangan pangan harus dilengkapi penutup yang dirancang sedemikian rupa, sehingga peralatan tersebut tidak bisa tumpah atau jatuh selama dalam perjalanan.
- 2) Tempat penyimpanan pangan matang dirancang sedemikian rupa menggunakan baut atau pengikat yang kuat, sehingga peralatan tersebut tidak bisa tumpah atau jatuh selama dalam perjalanan.

d. Sanitasi tempat

Sanitasi tempat penjualan adalah keadaan dimana lokasi tempat penjualan terhindar dari pencemaran yang diakibatkan oleh debu atau asap, tidak ada lalat di sekitarnya, terdapat tempat sampah yang memenuhi syarat yaitu dibuat dari bahan kedap air, tidak mudah berkarat, mempunyai tutup sehingga tidak dapat dihinggapi lalat. Kebersihan tempat penjualan dapat menentukan mutu dan keamanan makanan yang dihasilkan (Fitriani, 2016).

Makanan jajanan yang dijual dengan sarana penjaja konstruksinya harus dibuat sedemikian rupa sehingga dapat melindungi makanan dari pencemaran. Konstruksi sarana penjaja harus memenuhi persyaratan antara lain (Kepmenkes, 2023):

- 1) Jalur penjualan yang dilalui memungkinkan pedagang untuk mengakses air yang aman dan jamban/toilet yang bisa digunakan oleh pedagang.
- 2) Kendaraan atau alat angkut yang digunakan dirancang sedemikian rupa tidak memungkinkan terjadinya kontak dengan vektor dan binatang pembawa penyakit.

## **2. Prinsip – Prinsip Higiene dan Sanitasi Makanan**

Menurut Widyastuti, Nurmasari & Almira (2019), prinsip-prinsip higiene dan sanitasi makanan diantaranya:

### **a. Pemilihan Bahan Makanan**

Proses pemilihan bahan makanan dilakukan sebelum pengolahan bahan makanan. Penjamah makanan dalam memilih bahan makanan yang akan diolah harus mengetahui sumber-sumber bahan makanan yang baik. Pemilihan bahan makanan bertujuan menghindari terjadinya keracunan, mempermudah penanganan, dan mempertahankan kualitas bahan makanan. Bahan makanan dikatakan berkualitas baik bila terbebas dari kerusakan dan pencemaran termasuk pencemaran oleh bahan kimia seperti pestisida. Bahan makanan yang baik akan

menghasilkan hasil olahan yang berkualitas baik dan sehat untuk dikonsumsi (Widyastuti, Nurmasari & Almira, 2019).

b. Penyimpanan Bahan Makanan

Bahan makanan yang digunakan dalam proses produksi harus disimpan dengan cara penyimpanan yang baik karena kesalahan dalam penyimpanan dapat berakibat penurunan mutu dan keamanan makanan. Penyimpanan bahan makanan bertujuan agar bahan makanan tidak mudah rusak dan kehilangan nilai gizinya. (Widyastuti, Nurmasari & Almira, 2019).

Terdapat empat cara penyimpanan makanan yang sesuai dengan suhunya, yaitu:

- 1) Penyimpanan sejuk (*cooling*), merupakan suhu penyimpanan 10-15°C untuk jenis minuman, buah dan sayuran.
- 2) Penyimpanan dingin (*chilling*), merupakan suhu penyimpanan 4-10°C untuk bahan makanan berprotein yang akan segera diolah kembali.
- 3) Penyimpanan dingin sekali (*freezing*), merupakan suhu penyimpanan 0-4°C untuk bahan berprotein yang mudah rusak untuk jangka waktu sampai 24 jam.
- 4) Penyimpanan beku (*frozen*), merupakan suhu penyimpanan <0°C untuk bahan makanan protein yang mudah rusak untuk jangka waktu > 24 jam (Widyastuti, Nurmasari & Almira, 2019).

c. Pengolahan Makanan

Pengolahan makanan adalah proses perubahan bentuk dari bahan makanan mentah menjadi makanan siap santap. Prinsip pengolahan makanan yang baik merupakan kaidah umum yang perlu diperhatikan jika seseorang akan memproduksi makanan untuk memberikan jaminan keamanan dan mutu produk makanan yang dihasilkannya. Pengolahan makanan yang baik harus memenuhi standar Cara Produksi Makanan yang Baik (CPMB) atau *Good Manufacturing Practice* (GMP) (Widyastuti, Nurmasari & Almira, 2019).

d. Penyimpanan Makanan Masak

Penyimpanan makanan masak (jadi) harus memperhatikan beberapa hal sebagai berikut :

- 1) Makanan tidak rusak, tidak busuk atau basi yang ditandai dari rasa, bau, berlendir, berubah warna, berjamur, berubah aroma atau adanya cemaran lain.
- 2) Memenuhi persyaratan bakteriologis berdasarkan ketentuan yang berlaku.
- 3) Angka kuman *Escherichia coli* pada makanan harus <3,46 MPN/gr atau <1,1 CFU/gr.
- 4) Angka kuman *Escherichia coli* pada minuman harus 0 CFU/1000 ml contoh minuman.

- 5) Jumlah kandungan logam berat atau residu pestisida, tidak boleh melebihi ambang batas yang diperkenankan menurut ketentuan yang berlaku.
  - 6) Penyimpanan harus memperhatikan *prinsip First In First Out* (FIFO) dan *First Expired First Out* (FEFO) yaitu makanan yang disimpan terlebih dahulu dan yang mendekati masa kadaluarsa dikonsumsi lebih dahulu.
  - 7) Tempat atau wadah penyimpanan harus terpisah untuk setiap jenis makanan jadi dan mempunyai tutup yang dapat menutup sempurna tetapi berventilasi yang dapat mengeluarkan uap air.
  - 8) Makanan jadi tidak dicampur dengan bahan makanan mentah (Widyastuti, Nurmasari & Almira, 2019).
- e. Pengangkutan Makanan
- 1) Pengangkutan bahan makanan
    - a) Tidak bercampur dengan bahan berbahaya dan beracun (B3).
    - b) Pengangkutan menggunakan kendaraan khusus pengangkut bahan makanan yang higienis.
    - c) Bahan makanan diperlakukan dengan baik, tidak boleh diinjak, dibanting dan diduduki.
    - d) Bahan makanan seperti daging, susu cair dan sebagainya, yang selama pengangkutan harus selalu dalam keadaan dingin, diangkut dengan menggunakan alat pendingin sehingga bahan makanan tidak rusak (Widyastuti, Nurmasari & Almira, 2019).

- 2) Pengangkutan makanan jadi/masak/siap santap
  - a) Tidak bercampur dengan bahan berbahaya dan beracun (B3).
  - b) Pengangkutan menggunakan kendaraan khusus pengangkut makanan jadi/masak dan harus selalu higienis.
  - c) Setiap jenis makanan jadi mempunyai wadah masing-masing dan tertutup.
  - d) Wadah harus utuh, kuat, tidak karat dan ukurannya sesuai dengan jumlah makanan yang akan ditempatkan.
  - e) Isi tidak boleh penuh untuk menghindari terjadi uap makanan yang mencair (kondensasi).
  - f) Pengangkutan untuk waktu lama, suhu harus diperhatikan dan diatur agar makanan tetap panas pada suhu 60°C atau tetap dingin pada suhu 40°C (Widyastuti, Nurmasari & Almira, 2019).

f. Penyajian Makanan

Menurut Widyastuti, Nurmasari & Almira (2019), dalam penyajian makanan terdapat beberapa hal yang harus diperhatikan, antara lain:

- 1) Setiap jenis makanan ditempatkan dalam wadah masing-masing dan diusahakan tertutup.
- 2) Penempatan makanan yang mengandung kadar air tinggi (misal kuah sup, saus, susu) baru dicampur pada saat menjelang dihidangkan.

- 3) Hindari pemakaian bahan yang dapat berbahaya seperti tusuk gigi atau bunga plastik. Bahan yang tidak untuk dimakan harus segera dibersihkan dari tempat penyajian ketika acara makan dimulai.
- 4) Makanan yang ditempatkan dalam wadah yang sama, seperti makanan dalam dos atau rantang harus dipisah agar tidak saling mencampur.
- 5) Penyajian makanan yang disajikan panas diusahakan tetap dalam keadaan panas seperti sup, soto, rawon dan sebagainya
- 6) Setiap peralatan yang digunakan seperti wadah dan tutup, dus dan piring/gelas/mangkok harus bersih dan baik.
- 7) Prinsip *handling* artinya setiap penanganan makanan maupun alat makan tidak boleh terdapat kontak langsung dengan anggota tubuh terutama tangan dan bibir.

## **B. Kontaminasi Makanan**

### **1. Pengertian Kontaminasi Makanan**

Kontaminasi makanan adalah terdapatnya suatu bahan atau organisme berbahaya dalam makanan secara tidak sengaja. Bahan atau organisme yang berbahaya tersebut disebut sebagai kontaminasi. Keberadaan kontaminasi pada makanan dapat menyebabkan penurunan nilai estetik makanan seperti adanya sehelai rambut dalam makanan namun ada juga yang lebih merugikan seperti sakit, perlukaan akut, sakit kronis, hingga kematian bagi yang mengkonsumsi makanan yang terkontaminasi (Fitriani, 2019).

## 2. Macam-Macam Kontaminasi Makanan

### a. Kontaminasi Kimia

Kontaminasi kimia merupakan kontaminan yang berasal dari zat-zat kimia yang biasanya sengaja dimasukkan ke dalam makanan dalam jumlah yang berlebihan. Zat kimia yang mengkontaminasi makanan dapat berefek pada kesehatan, baik dalam jangka waktu singkat maupun jangka waktu yang lama seperti terjadinya gangguan pada ginjal, kanker, dan sebagainya. Adapun contoh cemaran kimia yaitu sisa antibiotik, pupuk, insektisida, pestisida, atau herbisida pada tanaman dan hewan, bahan pembersih pada peralatan pengolah makanan yang tidak bersih pembilasnya (Widyastuti, Nurmasari & Almira, 2019)

### b. Kontaminasi Fisik

Kontaminasi fisik adalah kontaminan yang dapat terlihat oleh mata. Sumber kontaminan fisik dapat terbawa oleh hewan maupun manusia. Contoh kontaminan fisik yaitu terdapatnya paku, pecahan kaca, serpihan logam, isi staples, lidi, kerikil, rambun, dan benda-benda asing lainnya pada makanan. (Widyastuti, Nurmasari & Almira, 2019).

### c. Kontaminasi Biologis

Kontaminasi biologis terjadi akibat adanya zat biologis yang mencemari makanan seperti adanya bakteri, protozoa, jamur, virus, dan cacing, yang dapat tumbuh, dan berkembang biak pada makanan yang dapat menyebabkan diare dan keracunan makanan (Widyastuti, Nurmasari & Almira, 2019). Bakteri yang berperan sebagai penyebab

penyakit melalui makanan yaitu *Escherichia coli*, *Campylobacter*, *Salmonella*, *Yersinia enterocolitica* dan *Listeria monocytogenes* (Muna and Khariri, 2020).

### **3. Proses Kontaminasi Makanan**

#### **a. Kontaminasi Langsung**

Kontaminasi langsung adalah kontaminasi yang terjadi apabila bahan pencemar yang masuk ke dalam makanan secara langsung karena ketidaktahuan, atau kelalaian, baik disengaja maupun tidak disengaja. Contoh pencemaran langsung yaitu terdapat helai rambut yang ditemukan pada makanan, penggunaan zat pewarna kain, dan lain sebagainya (Widyastuti, Nurmasari & Almira, 2019).

#### **b. Kontaminasi Silang**

Kontaminasi silang adalah kontaminasi yang terjadi secara tidak langsung sebagai akibat ketidaktahuan dalam pengelolaan makanan. Mikroorganisme dapat berpindah dari satu makanan ke makanan lain melalui perantara benda dan dapat terjadi selama proses persiapan, pengolahan, dan penyajian. Contoh kontaminasi silang yaitu makanan mentah yang bersentuhan dengan makanan matang, makanan bersentuhan dengan pakaian atau peralatan kotor, misalnya piring, mangkok, pisau, atau talenan (Widyastuti, Nurmasari & Almira, 2019).

#### **c. Kontaminasi Ulang**

Kontaminasi ulang adalah kontaminasi yang terjadi terhadap makanan yang telah dimasak sempurna. Pencemaran ini sering

berkontribusi dalam kejadian keracunan makanan. Contoh kontaminasi silang yaitu nasi yang tercemar debu atau lalat karena tidak dilindungi dengan tutup (Widyastuti, Nurmasari & Almira, 2019).

### **C. Makanan Jajanan**

Gerai pangan jajanan adalah tempat penjualan pangan (TPP) yang produknya siap dikonsumsi (tanpa pengolahan) bagi umum dan dikelola menggunakan perlengkapan permanen maupun semi permanen seperti tenda, gerobak, meja, kursi, keranjang, kendaraan dengan atau tanpa roda . Gerai pangan jajanan keliling adalah TPP yang produknya siap dikonsumsi bagi umum dengan ataupun tanpa proses pemasakan yang dikelola menggunakan perlengkapan semipermanen yang bergerak/berkeliling seperti gerobak/pikulan/kendaraan/alat angkut dan sejenisnya dengan atau tanpa roda atau dengan sarana lain yang sesuai (Kepmenkes RI, 2023).

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023 tentang Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 tentang Kesehatan Lingkungan, macam-macam gerai pangan jajanan keliling diantaranya:

#### **1. Gerai pangan jajanan keliling golongan A1**

Gerai pangan jajanan keliling golongan A1 merupakan jenis pangan jajanan keliling yang menggunakan gerobak/pikulan/alat angkut dengan atau tanpa roda dan terdapat proses pemasakan. Contohnya pedagang mie ayam dan pedagang bubur. Pedagang yang berdiam pada satu area pada waktu yang lama tetapi memiliki alat angkut yang bisa dipindahkan

termasuk dalam kategori ini, contoh pedagang mie ayam yang mangkal tetapi menggunakan gerobak (Kepmenkes RI, 2023).

## 2. Gerai pangan jajanan keliling golongan A2

Gerai pangan jajanan keliling golongan A2 merupakan jenis pangan jajanan keliling yang menggunakan gerobak/pikulan.alat angkut dengan atau tanpa roda dan tidak terdapat proses pemasakan (Kepmenkes RI, 2023).

## 3. Gerai pangan jajanan keliling golongan B

Gerai pangan jajanan keliling golongan B merupakan jenis makanan jajanan keliling yang menggunakan kendaraan yang didesain khusus berfungsi sebagai TPP dengan atau tanpa proses pemasakan contohnya *food truck* (Kepmenkes RI, 2023).

### **D. *Escherichia coli***

#### **1. Pengertian *Escherichia coli***

*Escherichia coli* merupakan salah satu bakteri *coliform* yang termasuk dalam *family Enterobacteriaceae*. *Enterobacteriaceae* merupakan bakteri enterik atau bakteri yang dapat hidup dan bertahan di dalam saluran pencernaan. *Escherichia coli* merupakan bakteri berbentuk batang bersifat gram-negatif, fakultatif anaerob, dan tidak membentuk spora (Winiati P. Rahayu, Siti Nurjanah, 2018).

Bakteri *Escherichia coli* dikenal sebagai bakteri indikator sanitasi dan higiene, yaitu bakteri yang keberadaannya dalam suatu produk pangan menunjukkan indikasi rendahnya tingkat sanitasi yang diterapkan *Escherichia coli* merupakan etiologi utama penyebab diare. Pada beberapa

kasus dapat menimbulkan gejala haemolytic ureamic syndrome (HUS) yang berakibat pada gagal ginjal. Infeksi tersebut dapat menyebabkan kematian (Winiati P. Rahayu, Siti Nurjanah, 2018).

## **2. Karakteristik *Escherichia coli***

*Escherichia coli* merupakan bakteri gram negatif berbentuk batang yang berukuran antara 1.0-1.5  $\mu\text{m}$  x 2,6-6,0  $\mu\text{m}$ , dapat tumbuh dengan atau tanpa oksigen, dan dapat bertahan pada media yang kurang nutrisi. Karakteristik biokimia *Escherichia coli* lainnya adalah kemampuannya dalam memproduksi indol, kurang mampu memfermentasikan sitrat, dan bersifat negatif ada analisis urease (Winiati P. Rahayu, Siti Nurjanah, 2018).

## **3. Patogenesis *Escherichia coli***

Patogenesis merupakan kemampuan suatu organisme untuk menimbulkan penyakit. *Escherichia coli* dapat menimbulkan suatu gejala penyakit bila masuk ke tubuh inangnya dan mampu beradaptasi serta bertahan didalam tubuh manusia, kemudian menyerang sistem imun dan akhirnya menimbulkan penyakit (Winiati P. Rahayu, Siti Nurjanah, 2018).

Mekanisme patogenesis ini dilakukan melalui beberapa tahapan seperti bakteri patogen lainnya. Tahapan tersebut adalah kolonisasi pada titik tertentu di bagian sel permukaan usus (sel mukosa), pembelahan sel, kerusakan sel usus, melintasi sel usus dan memasuki aliran darah, penambatan ke organ target dan akhirnya menyebabkan kerusakan organ (Winiati P. Rahayu, Siti Nurjanah, 2018).

#### 4. Epidemiologi *Escherichia coli*

Bakteri *Escherichia coli* merupakan bakteri yang paling umum digunakan sebagai petunjuk atau indikator adanya pencemaran feces dalam air. Diare adalah salah satu penyakit yang disebabkan oleh bakteri *Escherichia coli*, hal ini disebabkan oleh sanitasi lingkungan dan higiene perorangan yang belum memadai. Penyebaran bakteri ini dapat terjadi dari manusia ke manusia lain, disebarkan oleh lalat, melalui tangan yang kotor, dan makanan yang terkontaminasi oleh tinja (Fitriani, 2019).

Beberapa penyakit yang disebabkan dari mengonsumsi makanan atau minuman yang terkontaminasi oleh bakteri *Escherichia coli* dan kondisi sanitasi yang buruk adalah kejang perut, diare berdarah, gangguan ginjal pada anak-anak, gangguan saraf pada lansia, gagal ginjal, gastroenteritis, dan keracunan makanan (Fitriani, 2019).

#### 5. Jenis-Jenis Bakteri *Escherichia coli*

##### a. *Enterotoksigenik E. coli* (ETEC)

*Enterotoksigenik E. coli* merupakan penyebab diare tidak hanya pada manusia tetapi juga pada hewan. ETEC ditularkan melalui rute *fecal-oral*. Penularan ETEC terhadap bayi ataupun anak-anak umumnya terjadi karena pangan maupun air di daerah tersebut terkontaminasi ETEC dengan konsentrasi yang cukup tinggi. Infeksi ETEC lebih sering disebabkan oleh konsumsi dari air yang telah terkontaminasi serta pangan seperti kol, peterseli, ketumbar, kecambah, dan bayam. (Winiati P. Rahayu, Siti Nurjanah, 2018).

b. *Enteropatogenik E. coli* (EPEC)

*Enteropatogenik E. coli* menyebabkan diare yang cukup parah pada bayi dan dapat berlangsung selama lebih dari 2 minggu serta menyebabkan kematian jika terjadi dehidrasi parah. Pada orang dewasa, penyakit ini ditandai dengan diare berat, mual, muntah, kram perut, sakit kepala, demam, dan menggigil. Waktu untuk timbulnya penyakit adalah 17 sampai 72 jam dengan durasi 6 jam sampai 3 hari. (Winiati P. Rahayu, Siti Nurjanah, 2018).

c. *Enterohemoragik E. coli* (EHEC)

*Enterohemoragik E. coli* merupakan kelompok *E. coli* yang dapat menyebabkan diare atau kolitis berdarah pada manusia yang dapat berujung pada sindrom *hemolitik uremik* (*Hemolytic Uremic Syndrome/HUS*). Sindrom HUS merupakan penyebab dari gagal ginjal akut pada anak-anak dan kematian pada orang dewasa. Pada orang dewasa, tingkat kematian akibat HUS dapat mencapai 50 %. (Winiati P. Rahayu, Siti Nurjanah, 2018).

Gejala yang ditimbulkan akibat mengonsumsi makanan yang terkontaminasi EHEC ditandai dengan kram perut parah, diikuti dengan diare berdarah. Masa inkubasi sekitar 3-9 hari. Penyakit lainnya karena mikroba ini adalah gangguan pada sistem saraf pusat yang menyebabkan pasien mengalami pembekuan darah di otak dan dapat menyebabkan kematian. *Enterohemoragik E. coli* ditransmisikan melalui rute fecal-oral. Pangan yang berasal dari hewan, seperti daging, produk susu yang

tidak dipasteurisasi, atau sayuran yang telah terkontaminasi merupakan pembawa transmisi utama dari penyebaran EHEC ke manusia (Winiati P. Rahayu, Siti Nurjanah, 2018).

d. *Enteroinvasif E. coli (EIEC)*

*Enteroinvasif E. coli* pertama kali diidentifikasi pada tahun 1944, yang awalnya disebut "*paracolon bacillus*". EIEC bersifat non motil, tidak dapat memfermentasi laktosa, dan bersifat *anaerogenik*. Gejala yang ditimbulkan ketika seseorang terinfeksi EIEC adalah menggigil, demam, sakit kepala, nyeri otot, kram perut, dan diare. Penyakit dapat timbul 8 sampai 24 jam setelah konsumsi makanan atau air yang mengandung EIEC (Winiati P. Rahayu, Siti Nurjanah, 2018).

Penularan EIEC umumnya berasosiasi dengan air atau pangan yang terkontaminasi *feses* serta penularan *person-to-person*. Jumlah kasus infeksi akibat EIEC cukup rendah jika dibandingkan dengan kasus yang diakibatkan *E. coli* lainnya. Pada tahun 2012 dilaporkan terjadi 109 kasus infeksi di Itali, dan 6 kasus diakibatkan oleh EIEC yang mengkontaminasi sayuran yang disajikan di kantin (Winiati P. Rahayu, Siti Nurjanah, 2018).

e. *Enteroagregatif E. coli (EAEC)*

*Enteroagregatif E. coli* pertama kali diidentifikasi pada tahun 1983 dan diketahui sebagai penyebab diare pada tahun 1987. EAEC merupakan jenis *E. coli* yang berkaitan erat dengan diare akut pada anak-anak serta penyebab dari kasus diare kedua setelah ETEC. Selain

itu, EAEC dapat menyebabkan inflamasi karena infeksi. Kebanyakan orang yang terinfeksi EAEC akan mengalami diare yang disertai dengan darah serta lendir. Pada banyak kasus, diare akan berlangsung selama lebih dari 14 hari. Penularan EAEC umumnya bersifat fecal-oral (Winiati P. Rahayu, Siti Nurjanah, 2018).

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

*E. coli* jenis DAEC merupakan penyebab diare pada anak-anak usia 18 bulan sampai 5 tahun. Pada orang dewasa, keberadaan DAEC dalam tubuh (saluran pencernaan) tidak menimbulkan gejala infeksi (asintomatik), hal tersebut karena anak-anak dibawah 5 tahun masih memiliki struktur dan fungsi epitel usus yang belum kokoh. Hasil identifikasi pada anak-anak yang terinfeksi DAEC (anak-anak yang mengalami diare) menunjukkan bahwa gen saat ditemukan pada hampir semua strain DAEC yang mengandung virulensi Afa/Dr (Winiati P. Rahayu, Siti Nurjanah, 2018).

**6. Faktor – Faktor yang Memengaruhi Keberadaan Bakteri *Escherichia coli***

Kemampuan mikroorganisme untuk tumbuh dan tetap hidup merupakan hal yang penting dalam ekosistem pangan. Beberapa faktor yang mempengaruhi keberadaan bakteri *Escherichia coli* yaitu suhu, aktivitas air, pH, dan tersedianya oksigen ((Winiati P. Rahayu, Siti Nurjanah, 2018).

### 1. Suhu

*Escherichia coli* memiliki waktu generasi sekitar 30 hingga 87 menit yang tergantung pada suhu. Waktu generasi adalah waktu yang dibutuhkan bagi sel *Escherichia coli* untuk membelah diri menjadi dua kali lipat. Suhu optimum untuk pertumbuhan *Escherichia coli* adalah 37°C dengan waktu generasi paling pendek yaitu selama 30 menit (Winiati P. Rahayu, Siti Nurjanah, 2018). *Escherichia coli* dapat mati dengan pemasakan makanan pada temperatur 70°C (Fitriani, 2019).

### 2. Aktivitas Air

Semua mikroorganisme membutuhkan air untuk kehidupannya. Air berperan dalam reaksi metabolik dalam sel dan keluar sel. Semua kegiatan ini membutuhkan air dalam bentuk cair dan apabila air tersebut mengalami kristalisasi dan membentuk es atau terikat secara kimiawi dalam larutan gula atau garam, maka air tersebut tidak dapat digunakan oleh mikroorganisme. Bakteri umumnya tumbuh dan berkembangbiak hanya dalam media dengan nilai aktivitas air tinggi *Escherichia coli* dapat berkembangbiak pada makanan dengan nilai aktivitas air minimum 0,95 (Anggraini, 2019).

### 3. pH

Derajat keasaman (pH) optimal secara empirik harus ditentukan untuk masing-masing spesies. Berdasarkan derajat keasaman, bakteri dapat dibagi menjadi 3 kelompok yaitu netrofilik (pH 6,0-8,0), asidofilik (pH optimal serendah 3,0), dan alkalofilik (pH optimal setinggi 10,5).

Akan tetapi sebagian besar organisme tumbuh dengan baik pada pH 6,0-8,0 (netrofilik), *E. coli* dapat hidup di lingkungan makanan yang asam pada pH dibawah 4,4 (Anggraini, 2019).

#### 4. Ketersediaan Oksigen

Pertumbuhan bakteri juga dipengaruhi oleh gas-gas utama salah satunya adalah oksigen. Berdasarkan kebutuhan terhadap oksigen, bakteri dapat dikelompokkan menjadi 4 yaitu aerobik (bakteri memerlukan oksigen), anaerobik (bakteri tidak memerlukan oksigen), anaerob fakultatif (bakteri dapat tumbuh pada keadaan aerob dan anaerob), dan anaerob obligat (bakteri dapat tumbuh dengan baik pada keadaan sedikit oksigen). Berdasarkan kebutuhan terhadap oksigen, *Escherichia coli* termasuk bakteri gram negatif yang bersifat anaerob fakultatif sehingga *Escherichia coli* yang muncul di daerah infeksi seperti abses abdomen dengan cepat mengkonsumsi seluruh persediaan oksigen dan mengubah metabolisme anaerob, menghasilkan lingkungan yang anaerob dan menyebabkan bakteri anaerob yang muncul dapat tumbuh dan menimbulkan penyakit (Anggraini, 2019).

#### 7. Mekanisme adanya Bakteri *Escherichia coli* pada Makanan

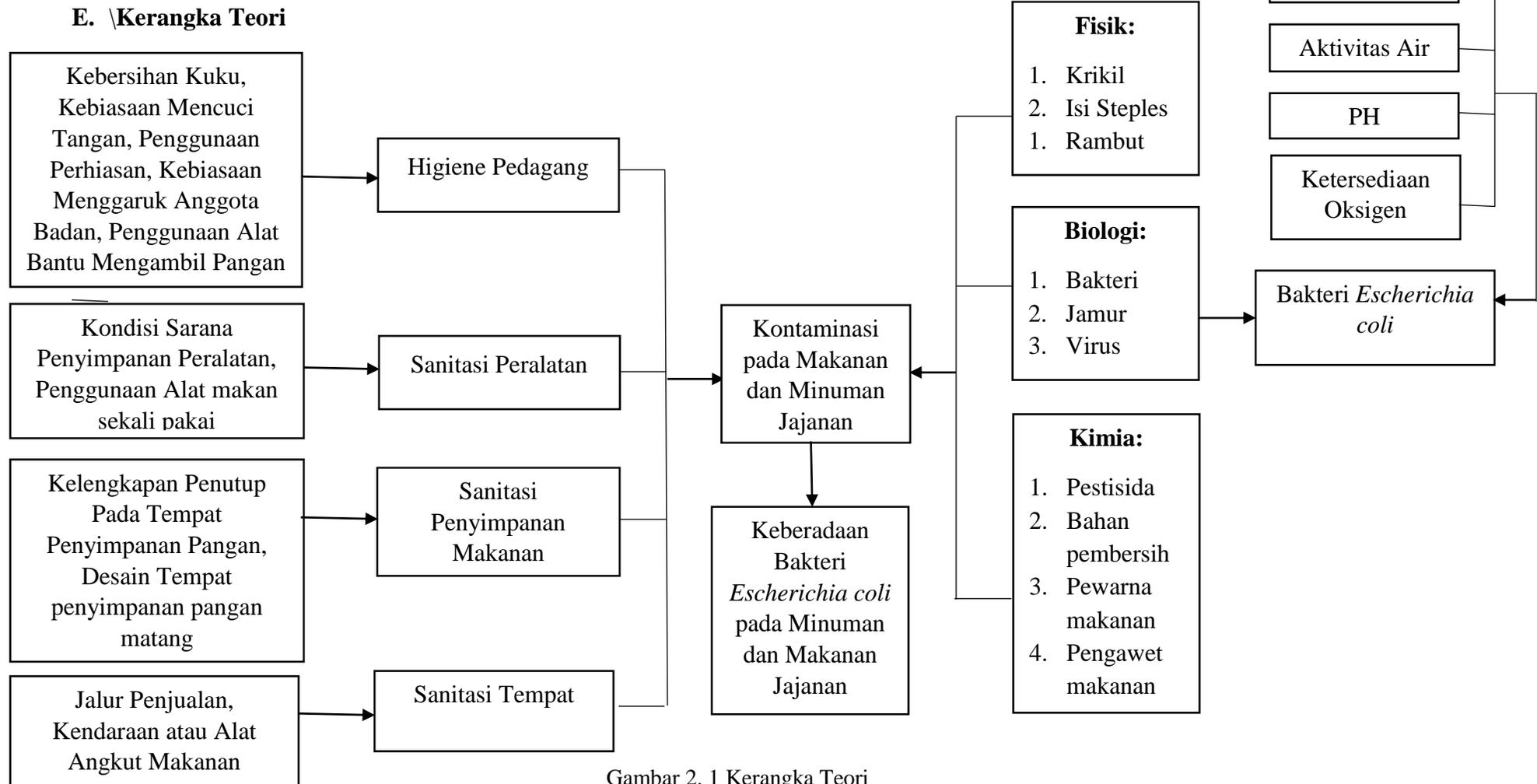
*Escherichia coli* merupakan mikroorganisme yang ada di dalam usus manusia dan dapat mengkontaminasi makanan sehingga menyebabkan penyakit pada manusia. Pada dasarnya *Escherichia coli* dilepaskan melalui tinja, pada saat seseorang buang air besar kemungkinan tidak mencuci

tangannya dengan bersih dan sabun serta air mengalir sehingga *Escherichia coli* yang ada pada tinja dapat berpindah pada manusia (Fitriani, 2019).

Tangan manusia merupakan sumber utama mikroorganisme jika kontak langsung dengan makanan selama produksi, pengolahan, dan penyajian. Apabila tangan yang mengandung mikroorganisme menangani langsung bahan makanan tanpa melakukan cuci tangan dahulu maka terjadi perpindahan mikroorganisme dari tangan ke makanan. Mikroorganisme dalam makanan yang telah mencapai dosis infeksi atau memproduksi racun dalam jumlah cukup banyak dapat menyebabkan keracunan atau sakit.

#### **8. Persyaratan Bakteri *Escherichia coli* pada Makanan**

Makanan yang dikonsumsi pada makanan harus higienis, sehat, dan aman yaitu bebas dari cemaran fisik, kimia, dan bakteri. Cemaran bakteri seperti *Escherichia coli* dan sebagainya. Adapun syarat makanan pada pemeriksaan laboratorium harus menunjukkan angka kuman *E. coli* pada makanan yaitu  $<3,46$  MPN/gr atau  $<1,1$  CFU/gr. Sedangkan kadar maksimum parameter mikrobiologi *Escherichia coli* pada air minum yaitu 0 CFU/100ml (Permenkes RI, 2023).



Gambar 2. 1 Kerangka Teori

Sumber: Modifikasi Syafriyani and Djaja,2020; Widyastuti, Nurmasari & Almira, 2019; Permenkes RI No.2 Tahun 2023