

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Keamanan Pangan

1. Pengertian

Pangan adalah kebutuhan manusia yang mendasar karena berpengaruh terhadap eksistensi dan ketahanan hidup manusia. Manusia membutuhkan energi dalam menjamin keberlangsungan proses kehidupan dan untuk memperoleh energi maka manusia mengonsumsi makanan yang berasal dari bahan pangan dengan berbagai kandungan zat gizi di dalamnya. Pangan adalah segala sesuatu yang berasal dari sumber hayati dan air, baik yang diolah maupun tidak diolah, yang diperuntukkan sebagai makanan atau minuman bagi konsumen manusia, termasuk bahan tambahan pangan, bahan baku pangan, dan bahan lain yang digunakan dalam proses penyiapan, pengolahan dan pembuatan makanan dan minuman (Christine, 2016).

Menurut WHO, keamanan pangan (*food safety*) adalah suatu ilmu yang membahas tentang persiapan, penanganan, dan penyimpanan makanan atau minuman agar tidak terkontaminasi oleh bahan fisik, biologi, dan kimia. Tujuan utama keamanan pangan adalah untuk mencegah makanan dan minuman agar tidak terkontaminasi oleh zat asing baik fisik, biologi, maupun kimia sehingga dapat mengurangi potensi terjadinya sakit akibat bahaya pangan (Lestari, 2020)

Berdasarkan Undang- Undang Republik Indonesia No.18 Tahun 2012 Tentang Pangan yang dimaksud keamanan pangan adalah kondisi dan upaya yang diperlukan untuk mencegah pangan dari kemungkinan cemaran biologis, kimia, dan benda lain yang dapat mengganggu, merugikan, dan membahayakan kesehatan manusia serta tidak bertentangan dengan agama, keyakinan, dan budaya masyarakat

sehingga aman untuk dikonsumsi (Indonesia, 2012). Memperoleh jaminan akan kecukupan dan keamanan pangan adalah hak asasi manusia. Pengakuan akan hal tersebut tercantum pada kesepakatan para pemimpin dunia dalam sidang World Health Organization (WHO) mengenai keamanan pangan (Pudjirahayu, 2018).

Di negara berkembang masalah keamanan pangan banyak disebabkan oleh kurangnya praktik sanitasi yang baik serta kurangnya kesadaran terhadap pentingnya sanitasi. Penggunaan bahan tambahan yang melebihi dosis yang diperkenankan serta penggunaan bahan kimia yang tidak diperkenankan untuk pangan merupakan masalah keamanan kimiawi yang sering dijumpai (Nuraida, 2014).

2. Jenis kerusakan bahan pangan

Persyaratan keamanan pangan tidak dapat dipisahkan dari persyaratan mutu pangan. Terdapat tiga bahaya yang perlu diwaspadai sehubungan dengan keamanan pangan, yaitu bahaya mikrobiologi, bahaya kimia, dan bahaya fisik. Bahaya mikrobiologi mencakup bakteri patogen, virus, dan parasit. Berbagai laporan menunjukkan bahwa bakteri patogen merupakan penyebab utama pada kasus-kasus keracunan pangan, dan virus menduduki urutan kedua. Bahaya kimia sangat bervariasi, namun yang paling banyak dilaporkan adalah pestisida, alergen, dan toksin alami termasuk *scrombotoxins* yang terdapat pada ikan dan mikotoksin pada sereal dan kacang-kacangan. Bahaya fisik merupakan bahaya yang paling sedikit pengaruhnya terhadap keamanan pangan, di antara ketiga bahaya dalam keamanan pangan (Nuraida, 2014).

a. Keamanan pangan mikrobiologis

Kerusakan biologis yang dialami bahan pangan dapat disebabkan oleh adanya mikroba merugikan, bahan pangan sudah beracun, atau bahan pangan yang menjadi beracun. Pada umumnya kerusakan mikrobiologis tidak hanya terjadi pada bahan mentah, tetapi juga pada bahan setengah jadi maupun bahan hasil olahan (Christine, 2016). Kerusakan mikrobiologis disebabkan oleh mikroorganisme seperti kapang, khamir (ragi), dan bakteri. Jenis bahan pangan dapat dirusak mikroba tergantung pada komposisi bahan baku dan keadaan setelah diolah. Bahan yang telah rusak karena mikroba dapat menjadi sumber kontaminasi yang berbahaya bagi bahan lain yang masih segar. Pada umumnya bakteri mudah merusak bahan yang mengandung protein serta berkadar air tinggi, sementara kapang menyerang bahan yang banyak mengandung pektin, pati dan selulosa. Untuk khamir biasanya menyerang bahan yang banyak mengandung gula (Asiah *et al.*, 2020). Mikroorganisme yang ada dalam makanan dapat berasal dari sumber internal (dari makanan itu sendiri) dan sumber eksternal dimana makanan akan terpapar pada lingkungan mulai makanan tersebut dimasak sampai dikonsumsi seperti udara, tanah, lumpur, air, peralatan, pengemasan, dan serangga (Lestari *et al.*, 2018)

The U.S. Public Health Service mengelompokkan makanan basah, berprotein tinggi, dan/atau makanan asam rendah sebagai makanan yang berpotensi menyebabkan bahaya mikrobiologi. Pangan dengan protein tinggi misalkan susu dan produk susu, telur, daging, daging unggas, ikan, kerang, kepiting dan crustacea memiliki potensi menyebabkan keracunan mikrobiologi. Selain itu, kentang panggang dan rebus, tahu dan pangan dari protein kedelai lainnya atau dari tanaman

berprotein lainnya yang telah mengalami pemanasan, kecambah mentah juga berpotensi menyebabkan keracunan mikrobiologi (Nuraida, 2014).

Tabel 1
Daftar Kategori Risiko Produk Pangan Berdasarkan Bahaya Mikrobiologi
Produk-produk Kategori I (Risiko Tinggi)

I	Produk-produk yang mengandung ikan, telur, sayur, serealialia dan/atau berkomposisi susu yang perlu direfrigerasi.
II	Daging segar, ikan mentah, dan produk-produk olahan susu.
III	Produk-produk dengan nilai pH 4,6 atau lebih yang disterilisasi dalam wadah yang ditutup secara hermetis.
Produk-produk Kategori II (Risiko Sedang)	
I	Produk-produk kering atau beku yang mengandung ikan, daging, telur, sayuran atau serealialia atau yang berkomposisi/penggantinya dan produk lain yang tidak termasuk dalam regulasi higiene pangan
II	Sandwich dan kue pie daging untuk konsumsi segar
III	Produk-produk berbasis lemak, misalnya coklat, margarin, spreads, mayones, dan dressing
Produk-produk Kategori III (Risiko Rendah)	
I	Produk asam (nilai pH<4,6) seperti acar, buah-buahan, konsentrat buah, sari buah, dan minuman asam.
II	Sayuran mentah yang tidak diolah dan tidak dikemas.
III	Selai, marinade, dan <i>conserves</i> .
IV	Produk-produk konfeksionari berbasis gula
V	Minyak dan lemak makan.

Sumber :(Pudjirahayu, 2018).

b. Keamanan pangan kimiawi

Sifat kimiawi dari bahan pangan ditentukan oleh senyawa kimia yang terkandung sejak mulai dari bahan pangan dipanen/ditangkap hingga diolah. Bahan kimia merupakan sumber keracunan pangan yang signifikan, walaupun pengaruhnya sering tidak bisa dikaitkan secara langsung dengan pangan tertentu.

Kontaminan kimia dalam pangan termasuk toksin yang secara alami berada pada bahan pangan seperti toksin pada ikan dan mikotoksin, kontaminan dari lingkungan, seperti merkuri, Pb, dan senyawa kimia yang secara alami berada pada tanaman misalnya glikoalkaloid pada kentang (Nuraida, 2014). Kerusakan kimiawi biasanya saling berhubungan dengan kerusakan lain. Adanya sinar dapat membantu terjadi kerusakan kimiawi, misalnya oksidasi lemak atau warna bahan menjadi lebih pucat (luntur) dan adanya oksidasi menyebabkan minyak menjadi tengik (Asiah *et al.*, 2020).

Bahan kimia juga dapat mengontaminasi makanan akibat adanya korosi pada peralatan. Keracunan karena logam dapat terjadi apabila logam berat dari peralatan mengontaminasi pangan. Oleh karena itu, melakukan pengolahan pangan yang berasam tinggi maka harus menggunakan peralatan yang tahan asam dan tidak korosif. Bahaya kimia juga dapat muncul dari bahan-bahan pembersih dan *sanitizer* akibat tidak dilakukan pembilasan dengan baik. Oleh karena itu, cara pembersihan dan sanitasi yang baik perlu dilakukan pada industri pangan (Nuraida, 2014).

B. Mikroba Pada Makanan

1. Penggolongan mikroba makanan

Adanya mikroorganisme dalam makanan dapat dikehendaki maupun tidak dikehendaki. Mikroorganisme dapat dikehendaki ada pada makanan, contohnya pengolahan makanan dengan fermentasi misalnya yoghurt dimana bakteri *S.thermophilus* dan *L.bulgaricus* sengaja ditambahkan pada susu. Sedangkan mikroorganisme yang tidak dikehendaki dalam makanan menyebabkan kerusakan makanan dan dapat menyebabkan sakit. Mikroorganisme yang ada dalam makanan dapat berasal dari sumber internal (dari dalam makanan itu sendiri) dan sumber

eksternal dimana makanan akan terpapar pada lingkungan mulai makanan tersebut dimasak sampai dikonsumsi (Lestari *et al.*, 2018)

a. Mikroba yang menguntungkan

1) *Lactobacillus*

Bakteri ini dikenal juga dengan nama bakteri asam laktat terdiri dari delapan jenis yang mempunyai manfaat yang berbeda-beda. Olahan makanan dari bakteri ini seperti pembuatan yogurt menggunakan *Lactobacillus bulgaris*, pembuatan terasi menggunakan *Lactobacillus sp.*, pembuatan kefir menggunakan *Lactococcus lactis*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus kefir*, *Lactobacillus kefirgranum*, *Lactobacillus parakefir* (Amaliyah, 2017).

2) *Streptococcus*

Jenis bakteri *Streptococcus* biasanya digunakan dalam makanan adalah *Streptococcus lactis* dalam pembuatan mentega, keju, untuk menghasilkan asam laktat dan yoghurt dimana bakteri ini berperan dalam pembentukan rasa yoghurt (Amaliyah, 2017).

3) *Acetobacter*

Jenis *Acetobacter* yang terkenal dalam pengolahan makanan adalah *Acetobacter xylinum* yang berperan dalam pembuatan nata de coco (Amaliyah, 2017). *Acetobacter xylinum* merupakan bakteri yang berperan dalam produksi selulosa. Penggunaan bakteri dapat digantikan dengan *Acetobacter sp.* yang juga berperan dalam mengubah gula menjadi selulosa pada proses fermentasi (Novia *et al.*, 2021).

4) Jamur

Beberapa jenis jamur yang dikenal dalam pembuatan makanan seperti *Rhizopus oryzae*, *Rhizopus stolonifera*, *Rhizopus formosaensisand*, *Fusarium sp.* *Rhizopus arrhizus* dalam pembuatan tempe dengan bahan baku kedelai. *Tetragenococcus halophilus*, *Staphylococcus gallinarum*, *Aspergillus oryzae*, *Aspergillus sojae* dalam pembuatan kecap dari bahan baku kedelai (Faridah dan Sari, 2019).

b. Mikroba yang merugikan

Selain menguntungkan, bakteri juga dapat merugikan manusia, hal tersebut berkaitan dengan kerusakan atau pembusukan makanan, berikut contoh bakteri yang merugikan seperti *Bacillus antharis* penyebab antranks, *Corynebacterium diphtheria* penyebab difteri, *Staphylococcus aureus* merupakan pathogen kulit dan jaringan yang lunak, *Salmonella typhi* penyebab penyakit tifus, *Colostridium botulinum* yang dapat menghasilkan racun berbahaya pada kaleng makanan, *Pseudomonas cocovenenans* penghasil asam bongkrek pada tempe bongkrek (Amaliyah, 2017).

2. Faktor-Faktor yang memengaruhi pertumbuhan mikroba

Mikroba membutuhkan nutrisi serta lingkungan yang tepat agar dapat mendukung proses kehidupannya. Faktor yang memengaruhi pertumbuhan mikroba ada dua yakni faktor intrinsik (pH, kandungan air, nutrisi) dan ekstrinsik (suhu, oksigen, penanganan pangan, infestasi vector) (Amelia, 2020).

a. Faktor intrinsik

1) Derajat keasaman (pH)

Derajat keasaman suatu substansi diukur dengan skala pH, yang ditemukan oleh konsentrasi ion hydrogen. Sebagian besar bakteri menyukai suasana alkalis ringan yakni antara 7,2 – 7,6 walaupun juga terdapat bakteri yang tahan terhadap kondisi ekstrem seperti bakteri asam laktat pada pH sekitar 4 (Amaliyah, 2017).

Berdasarkan kadar pH makanan terbagi menjadi 4 jenis yaitu:

- a) Grup I : merupakan kelompok pangan yang memiliki pH di atas 5,3 seperti jagung, daging, susu dan ikan. Hampir semua mikroba (terutama bakteri) dapat tumbuh pada kelompok pangan ini (Amelia, 2020).
- b) Grup II : kelompok pangan dengan pH berkisar 4,5-5,3 seperti pisang, yoghurt, dan labu. Semua mikroba dapat tumbuh di kelompok ini (Amelia, 2020).
- c) Grup III : kelompok pangan yang memiliki pH sekitar 3,7-4,5 seperti tomat, jeruk, dan anggur. Kelompok ini rentan tercemar oleh jamur, khamir dan sebagian bakteri (Amelia, 2020).
- d) Grup IV : kelompok pangan dengan kadar pH di bawah 3,7 seperti lemon, jeruk nipis, dan apel. Kelompok ini rentan terhadap jamur dan khamir sedangkan bakteri tidak tumbuh di kelompok ini (Amelia, 2020).

2) Kandungan air

Air merupakan faktor utama dalam mengatur pertumbuhan mikroba dan reaksi kimia pada makanan. Makanan yang diambil oleh mikroba harus dilarutkan dalam air agar dapat menembus membrane mikroba sehingga makanan tersebut dapat diubah menjadi energi. Kebutuhan air oleh mikroba pada makanan dijelaskan

melalui aktivitas air (a_w) (Amelia, 2020). Sel-sel bakteri terdiri dari 80% air. Air merupakan kebutuhan bakteri tetapi bakteri tidak menggunakan air yang mengandung zat-zat yang terlarut dalam konsentrasi tinggi, seperti gula dan garam (Amaliyah, 2017).

3) Kadar nutrisi

Pertumbuhan mikroba terjadi karena ada energi sehingga mikroba dapat membentuk komponen seluler. Energi dapat terbentuk apabila terdapat nutrisi dari lingkungan sekitar sel mikroba. Mikroba membutuhkan air, nitrogen, karbon, vitamin, dan mineral dalam bahan pangan untuk pertumbuhannya. Mikroba pangan memiliki kebutuhan nutrisi yang bervariasi misalnya bakteri gram-positif membutuhkan nutrisi lebih banyak untuk pertumbuhan dibanding dengan bakteri gram-negatif, diikuti khamir dan kapang yang membutuhkan nutrisi relative lebih sedikit untuk tumbuh. Sumber energi adalah karbon yang merupakan unsur penting untuk pertumbuhan mikroba (Rahayu dan Nurwitri, 2012)

b. Faktor ekstrinsik

1) Suhu

Bakteri tumbuh baik dalam batas-batas tertentu. Jenis bakteri *Psychrophilic* yakni bakteri yang menyukai suhu dingin antara $-15 - 20^{\circ}\text{C}$ dengan suhu optimum $10-15^{\circ}\text{C}$. Bakteri *mesophilic* yaitu bakteri yang menyukai suhu pertengahan antara $25 - 37^{\circ}\text{C}$ dan bakteri *thermophilic* adalah bakteri yang menyukai suhu panas dengan batas pertumbuhan antara suhu $40-55^{\circ}\text{C}$. Spesies bakteri yang menyebabkan penyakit pada manusia tumbuh baik pada suhu tubuh manusia (37°C), karena tergolong *mesophilic* (Amaliyah, 2017).

2) Oksigen

Berdasarkan kebutuhan terhadap oksigen, bakteri terbagi menjadi 3 golongan yakni golongan *aerobic* yakni golongan bakteri yang memerlukan oksigen untuk pertumbuhannya, golongan *anaerobic* yaitu golongan bakteri yang dapat tumbuh jika tidak ada oksigen dan golongan fakultatif yakni golongan bakteri yang dapat tumbuh dalam kondisi tidak ada oksigen, tetapi lebih suka dalam lingkungan ada oksigen (Amaliyah, 2017).

3) Cahaya

Bakteri biasanya tumbuh dalam gelap, walaupun bukan merupakan keharusan. Tetapi sinar ultraviolet dapat mematikan bakteri dan dapat digunakan untuk prosedur sterilisasi (Amaliyah, 2017).

4) Penanganan pangan

Beberapa spora mikroba seperti *Clostridium* dan *Bacillus* merupakan mikroba yang sering mengontaminasi produk-produk hasil pasteurisasi. Kontaminasi produk ini dapat berasal dari proses penanganan yang tidak tepat seperti pada saat pasteurisasi maupun saat pendistribusian (Amelia, 2020).

5) Infestasi vektor

Tempat penyimpanan pangan haruslah dibersihkan dan dalam keadaan kering sebelum pangan disimpan. Hal ini bertujuan untuk mencegah terjadinya kerusakan pangan akibat vector (seperti serangga, tikus dan hama lainnya). Vector tersebut sering juga membawa berbagai mikroba sehingga dapat menimbulkan berbagai penyakit bawaan makanan (*foodborne diseases*) (Amelia, 2020).

C. *Escherichia coli*

Escherichia coli merupakan salah satu bakteri *Coliform* yang termasuk dalam famili *Enterobacteriaceae*. *Enterobacteriaceae* merupakan bakteri enterik atau bakteri yang dapat hidup dan bertahan di dalam saluran pencernaan. *E. coli* merupakan bakteri berbentuk batang pendek (kokobasil), gram negatif, ukuran 0,4 μm – 0,7 μm x 1,4 μm , dan beberapa strain mempunyai kapsul. Terdapat strain *E. coli* yang patogen dan non patogen. *E. coli* non patogen banyak ditemukan di dalam usus besar manusia sebagai flora normal dan berperan dalam pencernaan pangan dengan menghasilkan vitamin K dari bahan yang belum dicerna dalam usus besar (BPOM, 2012).

Beberapa strain bakteri ini memberikan manfaat bagi manusia, misalnya mencegah kolonisasi bakteri patogen pada pencernaan manusia. Namun, ada beberapa kelompok lain yang dapat menyebabkan penyakit pada manusia, yang dikenal sebagai *E. coli* patogen. *Escherichia coli* dibagi menjadi 3 kelompok besar berdasarkan interaksinya dengan inang (manusia), yaitu (1) non patogen (komensal), (2) patogen saluran pencernaan, dan (3) patogen diluar saluran pencernaan (ekstraintestinal) (Rahayu, Nurjanah dan Komalasari, 2018).

Escherichia coli dapat hidup dan bertahan pada tingkat keasaman yang tinggi di dalam tubuh manusia. *E. coli* juga dapat hidup dan bertahan di luar tubuh manusia yang penyebarannya melalui feses. Kedua habitat hidup *E. coli* ini cukup berlawanan. Saluran pencernaan manusia merupakan habitat yang relatif stabil, hangat, bersifat anaerob, dan kaya nutrisi. Sementara itu, di luar saluran pencernaan, kondisi lingkungan dapat sangat beragam, jauh lebih dingin, aerobik, serta kandungan nutrisi yang lebih sedikit. *Escherichia coli* patogenik dapat

dibedakan berdasarkan patogenitasnya yaitu enterotoksigenik *E. coli* (ETEC), enteropatogenik *E. coli* (EPEC), enterohemoragik *E. coli* (EHEC), enteroinvasif *E. coli* (EIEC), enteroagregatif *E. coli* (EAEC), dan difusif adheren *E. coli* (DAEC). (Rahayu, Nurjanah dan Komalasari, 2018).

1. Enterotoksigenik *E. coli* (ETEC)

Enterotoksigenik *E. coli* merupakan penyebab diare tidak hanya pada manusia tetapi juga pada hewan. Setelah masuk ke dalam sistem pencernaan, ETEC akan menempel pada sel-sel yang melapisi mukosa usus kecil melalui interaksi yang dimediasi oleh faktor kolonisasi (*colonization factor* = CFs). Setelah itu, ETEC akan memproduksi enterotoksin. Enterotoksigenik *E. coli* ditularkan melalui rute *fecal-oral*. Infeksi ETEC lebih sering disebabkan oleh konsumsi dari air yang telah terkontaminasi serta pangan seperti kol, peterseli, ketumbar, kecambah, dan bayam (Rahayu, Nurjanah dan Komalasari, 2018).

2. Enteropatogenik *E. coli* (EPEC)

Enteropatogenik *E. coli* (EPEC) merupakan penyebab diare yang umumnya terjadi di negara-negara berkembang dan menyebabkan diare yang cukup parah pada bayi. EPEC dapat menyebabkan diare endemic dan kejadian luar biasa terutama pada anak-anak berusia kurang dari 2 tahun. Organisme enteropatogenetic *E. coli* ditandai oleh kemampuannya memproduksi lesi-lesi di mana bakteri tersebut melekat erat pada membrane apeks enterosit dan menyebabkan hilangnya mikrovili setempat (Robbins, 2020).

3. Enterohemoragic *E. coli* (EHEC)

Enterohemoragic *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*). 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 (Rahayu, Nurjanah dan Komalasari, 2018). *E.coli Enterohaemoragik* (EHEC) menghasilkan verotoksin, dinamai sesuai efek sitotoksinya pada sel Vero, suatu sel hijau dari kera hijau Afrika. EHEC berhubungan dengan kolitis hemoragik, bentuk diare yang berat dan dengan sindroma uremia hemolitik, suatu penyakit akibat gagal ginjal akut, anemia hemolitik mikroangiopatik, dan trombositopeni (Prasetya *et al.*, 2019).

4. Enteroinvasif *E. coli* (EIEC)

Enteroinvasif *E. coli* pertama kali diidentifikasi pada tahun 1944, yang awalnya disebut “*paracolon bacillus*”, tetapi hasil analisis lanjut menyatakan bakteri tersebut sebagai *E. coli* O124. 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. Penularan EIEC umumnya berasosiasi dengan air atau pangan yang terkontaminasi feses serta penularan *person-to-person* (Rahayu, Nurjanah dan Komalasari, 2018). *E.coli Enteroagregatif* (EAEC) menyebabkan diare akut dan kronik pada masyarakat di negara berkembang. Bakteri ini ditandai dengan pola khas perlekatannya pada sel manusia. EAEC memproduksi hemolisin dan ST enterotoksin yang sama dengan ETEC (Prasetya *et al.*, 2019).

5. Enteroagregatif *E. coli* (EAEC)

Enteroagregatif Escherichia coli (EAEC) sebagai penyebab *watery diarrhea* pada anak dan diare persisten pada anak dengan *human immunodeficiency virus* (HIV), *Vero toxin-producing* atau *Shiga toxin-producing Escherichia coli* (VTEC/STEC) (Gitaswari dan Budayanti, 2019). Penularan EAEC umumnya bersifat *fecal-oral*. Mekanisme patogenesis EAEC meliputi 5 tahap, yaitu (1) bakteri EAEC yang ada pada saluran pencernaan; (2) penempelan bakteri ke mukosa usus oleh suatu faktor penempelan AAFs; (3) kenaikan produksi lendir (mucus) oleh EAEC menyebabkan pembentukan biofilm di atas permukaan sel mukosa; (4) pelepasan toksin dari EAEC yang menginduksi kerusakan sel dan meningkatkan sekresi; (5) pembentukan biofilm tambahan (Rahayu, Nurjanah dan Komalasari, 2018). Organisme Enteroagregatif *E. coli* (EAEC) menempel pada enterosit melalui fimbriae pelekatan tetapi kerusakan histologi yang disebabkan minimal (Robbins, 2020).

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

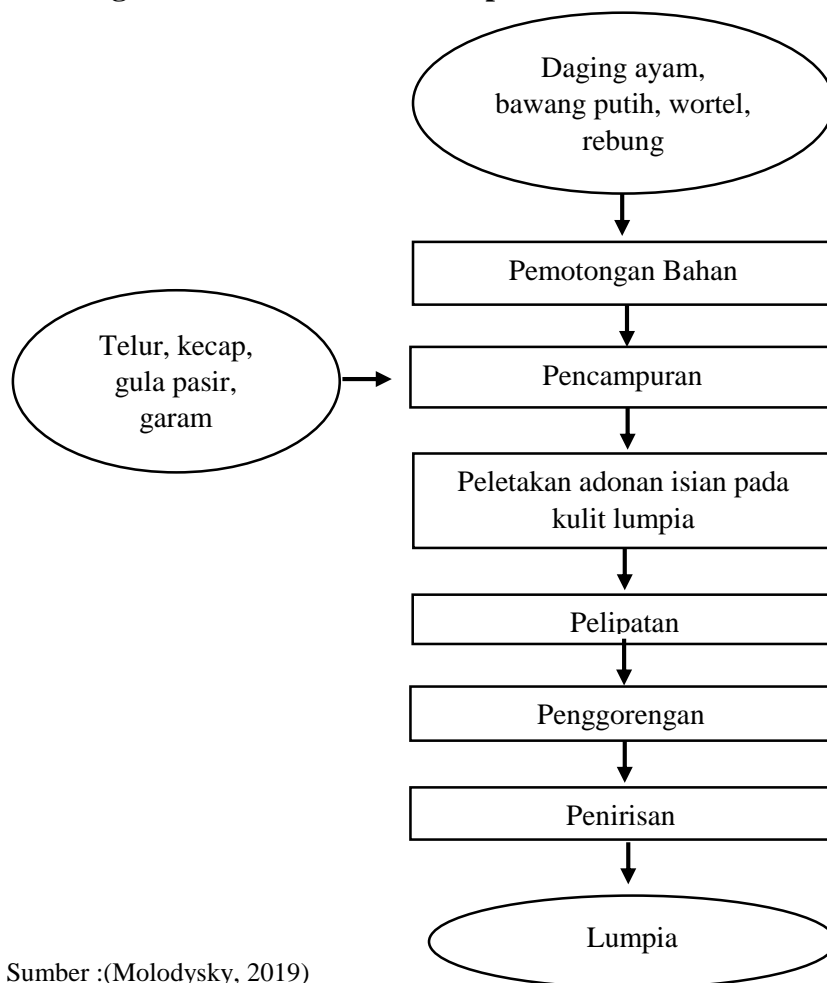
Escherichia coli patogen ke enam yang termasuk dalam kelompok *E. coli* penyebab diare adalah DAEC. *E. coli* jenis DAEC merupakan penyebab diare pada anak-anak usia 18 bulan sampai 5 tahun, hal tersebut karena anak-anak dibawah 5 tahun masih memiliki struktur dan fungsi epitel usus yang belum kokoh. Pada orang dewasa, keberadaan DAEC dalam tubuh (saluran pencernaan) tidak menimbulkan gejala infeksi (asimtomatik) (Rahayu, Nurjanah dan Komalasari, 2018).

D. Lumpia

1. Pengertian

Lumpia adalah makanan ringan berasal dari Cina yang biasa disajikan saat upacara tradisional. Jenis lumpia ada dua macam, yaitu lumpia basah dan goreng. Namun, jenis lumpia yang berkembang pesat di Indonesia adalah lumpia goreng. Jenis lumpia yang sangat terkenal di Indonesia adalah lumpia semarang. Rasa lumpia yang gurih dan renyah menjadikan lumpia disukai banyak kalangan. Lumpia biasanya berisi rebung, ayam, atau udang yang dilengkapi dengan cabai dan cocolan saus (Anwar, 2012).

2. Diagram Alir Pembuatan Lumpia



Sumber : (Molodysky, 2019)

Gambar 1. Diagram Alir Pembuatan Lumpia

E. Skor Keamanan Pangan

Skor Keamanan Pangan (SKP) adalah nilai yang menggambarkan kelayakan makanan untuk dikonsumsi, yang merupakan hasil pengamatan terhadap pemilihan dan penyimpanan bahan makanan, hygiene penjamah, pengolahan, dan distribusi makanan. Tujuannya adalah untuk menjaga dan mengontrol makanan dari segala kontaminan yang mungkin akan mengontaminasi. Cara penilaian SKP adalah melalui observasi parameter dalam bentuk *check list* yang sudah ditentukan oleh Kementerian Kesehatan. Boring (*check list*) penilaian dibagi menjadi 4 komponen serta masing-masing komponen dibagi kembali menjadi beberapa sub komponen (Lestari, 2014).

1. Pemilihan dan penyimpanan bahan makanan (PPB) dengan skor maksimum 22

Pemilihan bahan makanan perlu diperhatikan dengan sebaik-baiknya dan dilihat dari segi kebersihan, penampilan serta kesehatan. Penjamah makanan dalam memilih bahan yang akan diolah harus mengetahui sumber-sumber makanan yang baik serta memperhatikan ciri-ciri bahan yang baik. Dalam rangka pemilihan bahan makanan, ada beberapa hal yang harus diingat/diperhatikan antara lain:

- 1) Hindari penggunaan bahan makanan yang berasal dari sumber yang tidak jelas.
- 2) Gunakan catatan tempat pembelian bahan makanan.
- 3) Mintalah informasi atau keterangan asal-usul bahan yang dibeli.
- 4) Belilah bahan di tempat penjualan resmi dan bermutu seperti: rumah potong pemerintah atau tempat potong resmi yang diawasi pemerintah, tempat pelelangan ikan resmi dan pasar bahan dengan sistem pendingin.

- 5) Tidak membeli bahan makanan yang sudah kadaluwarsa atau membeli daging/unggas yang sudah terlalu lama disimpan, khususnya organ dalam (jeroan) yang potensial mengandung bakteri.
- 6) Membeli daging dan unggas yang tidak terkontaminasi dengan racun/toksin bakteri pada makanan.

Penyimpanan bahan makanan memerhatikan beberapa hal sebagai penyimpanan harus dilakukan dalam suatu tempat khusus yang bersih dan memenuhi syarat serta barang-barang harus diatur dan disusun dengan baik, sehingga mudah untuk mengambilnya, tidak menjadi tempat bersarang/bersembunyi serangga dan tikus, tidak mudah membusuk dan rusak, dan untuk bahan-bahan yang mudah membusuk harus disediakan tempat penyimpanan dingin (Wayansari, Anwar dan Amri, 2018). Penjabaran *check list* PPB sebagai berikut:

- 1) Bahan makanan yang digunakan masih segar (skor 0-1*)
- 2) Bahan makanan yang digunakan tidak rusak (skor 0-3)
- 3) Bahan makanan yang digunakan tidak busuk (skor 0-3)
- 4) Tidak menggunakan wadah/kotak bekas pupuk atau pestisida untuk menyimpan dan membawa bahan makanan (skor 0-3)
- 5) Bahan makanan disimpan jauh dari bahan beracun/berbahaya (skor 0-3)
- 6) Bahan makanan disimpan pada tempat tertutup (0-3*)
- 7) Bahan makanan disimpan pada tempat bersih (skor 0-3)
- 8) Bahan makanan disimpan pada tempat yang tidak terkena sinar matahari langsung (0-3).

2. Higiene pemasak (HGP) dengan skor maksimum 20

Higiene (Depkes RI, 2004 dalam buku Manajemen Sistem Penyelenggaraan Makanan Institusi) adalah upaya kesehatan dengan cara memelihara dan melindungi kebersihan subyeknya seperti mencuci tangan dengan air bersih dan sabun untuk melindungi kebersihan tangan, mencuci piring untuk melindungi kebersihan piring, membuang bagian makanan yang rusak untuk melindungi keutuhan makanan secara keseluruhan. Penanganan makanan secara hygiene bertujuan untuk mengendalikan keberadaan pathogen dalam makanan (Wayansari, Z.Anwar dan Amri, 2018). Skor Higiene Pemasak (HGP) atau kebersihan perorangan terdapat 8 kriteria yang harus dipenuhi dengan nilai bobot kriteria dan yang tidak terpenuhi diberi nilai nol.

- 1) Pemasak harus berbadan sehat (skor 0-3)
- 2) Pemasak harus berpakaian bersih (skor 0-3)
- 3) Pemasak memakai tutup kepala selama memasak (skor 0-1*)
- 4) Pemasak memakai alas kaki selama memasak (0-1*)
- 5) Mencuci tangan sebelum dan sesudah memasak (skor 0-3)
- 6) Mencuci tangan menggunakan sabun sesudah dari WC (buang air) (skor 0-3*)
- 7) Ketika bersin tidak menghadap ke makanan (skor 0-3)
- 8) Kuku pemasak selalu bersih dan tidak panjang (skor 0-3)

3. Pengolahan bahan makanan (PBM) dengan skor maksimum 74

Pengolahan makanan adalah proses pengubahan bentuk dari bahan mentah menjadi makanan yang siap santap. Pengolahan makanan yang baik adalah mengikuti prinsip higiene sanitasi. Tujuan pengolahan makanan adalah tercipta makanan yang memenuhi syarat kesehatan, memiliki cita rasa sesuai keinginan, dan

memiliki bentuk yang menggugah selera (Marsanti dan Retno Widiarini, 2018). Pengolahan makanan meliputi 4 aspek yakni penjamah makanan, cara pengolahan makanan, tempat pengolahan makanan dan perlengkapan/peralatan dalam pengolahan makanan. Terdapat 27 kriteria yang harus dipenuhi dengan nilai sesuai bobot kriteria dan yang tidak terpenuhi diberi nilai nol.

- 1) Peralatan memasak yang digunakan harus bersih dan kering (skor 0-3).
- 2) Peralatan memasak harus dicuci sebelum dan sesudah dipakai memasak (skor 0-3*)
- 3) Peralatan memasak dikeringkan terlebih dahulu setelah dicuci (skor 0-3*)
- 4) Peralatan memasak disimpan di tempat yang bersih (skor 0-3)
- 5) Peralatan memasak disimpan di tempat yang jauh dari bahan beracun atau bahan berbahaya (skor 0-3)
- 6) Dapur tempat memasak harus dalam keadaan bersih (skor 0-3)
- 7) Dapur tempat memasak harus dalam keadaan bersih (skor 0-3*)
- 8) Dapur memasak harus mempunyai ventilasi yang cukup (skor 0-3*)
- 9) Dapur terletak jauh dari kandang ternak (skor 0-3)
- 10) Selalu tersedia air bersih dalam wadah tertutup (skor 0-3*)
- 11) Di dapur tersedia tempat sampah yang tertutup (skor 0-2*)
- 12) Pembuangan air limbah harus lancar (skor 0-3*)
- 13) Bahan beracun/berbahaya tidak boleh disimpan di dapur (skor 0-3)
- 14) Jarak tempat memasak ke tempat distribusi tidak lebih dari satu jam (skor 0-3*)
- 15) Pisau dan talenan yang digunakan harus bersih (skor 0-3)
- 16) Bagian makanan yang tidak dimakan tidak ikut dimasak (skor 0-3*)

- 17) Bahan makanan dicuci dengan air bersih (skor 0-3)
- 18) Meracik/membuat adonan menggunakan alat yang bersih (skor 0-3)
- 19) Adonan/bahan makanan yang telah diracik harus segera dimasak (skor 0-3*)
- 20) Makanan segera diangkat setelah matang (skor 0-2*)
- 21) Makanan yang telah matang ditempatkan pada wadah bersih dan terhindar dari debu dan serangga (skor 0-3)
- 22) Makanan yang tidak dibungkus dengan menggunakan pembungkus dari kertas koran dan kertas ketikan (skor 0-3)
- 23) Makanan dibungkus dengan pembungkus yang bersih, tidak menggunakan bekas pembungkus bahan beracun (skor 0-3)
- 24) Memegang makanan yang telah matang menggunakan sendok, garpu, alat penjepit, sarung tangan (skor 0-3*)
- 25) Tidak menyimpan makanan yang matang lebih dari 4 jam terutama makanan berkuah dan bersantan beracun (skor 0-3)
- 26) Untuk makanan goreng, minyak goreng tidak boleh digunakan jika suah berwarna coklat tua, atau sudah dipakai setelah 4 kali (skor 0-3)
- 27) Untuk makanan basah, merebus dan mengukus makanan dalam wadah tertutup (skor 0-3)

4. Distribusi makanan (DPM) dengan skor maksimum 19

Distribusi makanan adalah kegiatan penyampaian makanan sesuai dengan jenis dan jumlah porsi konsumen yang dilayani (Aldera, Chariunnisa dan Sari, 2020). Terdapat 7 kriteria yang harus dipenuhi dengan nilai sesuai bobot kriteria dan yang tidak terpenuhi diberi nilai nol.

- 1) Selama distribusi, makanan ditempatkan dalam wadah yang bersih dan tertutup (skor 0-3)
- 2) Pembawa makanan berpakaian bersih dan mencuci tangan (skor 0-3)
- 3) Tangan dicuci dengan sabun sebelum membagikan makanan (skor 0-1*)
- 4) Makanan tidak boleh berlendir, berubah rasa, atau berbau basi sebelum dibagikan (skor 0-3)
- 5) Makanan ditempatkan dalam tempat yang bersih dan kering (skor 0-3)
- 6) Mencuci tangan sebelum makan (skor 0-3*)
- 7) Makanan tidak dipegang langsung tetapi menggunakan alat untuk memegang makanan saat membagikan (skor 0-3*)

Sumber : Mudjajanto 1999 dalam Lestari, 2014

Skor maksimal diberikan jika kriteria terpenuhi, sedangkan jika kriteria tidak terpenuhi maka diberi skor 0. Tanda * pada skor menunjukkan bahwa sub komponen ini dapat ditoleransi jika tidak dipenuhi. Nilai dari setiap kriteria dijumlahkan masing-masing kelompok dan diinterpretasikan seperti pada tabel 2.

Tabel 2
Interpretasi Skor Keamanan Pangan (SKP)

No	Kategori Keamanan Pangan	SKP	%
1	Baik	0,9703 – 1,000	97,03 – 100
2	Sedang	0,9332 – 0,9702	93,32 – 97,02
3	Rawan, tetapi aman dikonsumsi	0,6217 – 0,9331	62,17 – 93,31
4	Rawan, tidak aman dikonsumsi	< 0,6217	< 62,17

Sumber : Mudjajanto 1999 dalam Lestari, 2014

F. Pengujian Angka Lempeng Total Bakteri

Angka Lempeng Total (ALT) menunjukkan jumlah mikroba dalam suatu produk. Angka Lempeng Total (ALT) disebut juga *Total Plate Count* (TPC) adalah

jumlah mikroba aerob mesofilik per gram atau per mililiter contoh yang ditentukan melalui metode standar. ALT secara umum tidak terkait dengan bahaya keamanan pangan namun kadang bermanfaat untuk menunjukkan kualitas, masa simpan/waktu paruh, kontaminasi dan status higienis pada saat proses produksi (BPOM, 2012).

Sampel yang akan diuji terlebih dahulu dihomogenkan dalam larutan pepton pengencer (*pepton dilution fluid*, PDF) sehingga didapat pengenceran 10^{-1} . Dari hasil pengenceran tersebut, dipipet sebanyak 1 ml ke dalam tabung pertama yang berisi 9 ml larutan pengencer PDF sehingga diperoleh pengenceran 10^{-2} . Campuran dikocok homogen. Pengenceran dilakukan demikian seterusnya sehingga diperoleh pengenceran bertingkat 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} dan seterusnya. Dari setiap hasil pengenceran, dipipet 1 ml ke dalam cawan petri dan dibuat duplo. Selanjutnya, ke dalam setiap cawan petri, dituang sebanyak 15-20 ml media *Plate Count Agar* (PCA). Cawan petri segera digoyangkan perlahan supaya sampel tercampur rata dengan media pembenihan. Setelah media membeku, cawan petri diinkubasi pada suhu $35-37^{\circ}\text{C}$ selama 24-48 jam dengan posisi terbalik (Yusmaniar, Wardiyah dan Nida, 2017).

Pertumbuhan koloni pada setiap cawan yang mengandung 30-300 koloni dicatat. Pada setiap pemeriksaan, selalu disertakan media control uji (blanko). Angka lempeng total untuk 1 gram atau 1 mL sampel dihitung dengan mengalikan jumlah rata-rata koloni pada cawan dengan faktor pengenceran. ALTB dihitung dari petri dengan jumlah koloni representative jika tidak terdapat jumlah koloni representatif, ALTB merupakan perkiraan dari pengenceran tertinggi (Yusmaniar, Wardiyah dan Nida, 2017).

G. Pengujian *Most Probable Number (MPN) Coliform*

MPN *Coliform* adalah suatu metode penentuan angka mikroorganisme dengan metode Angka Paling Mungkin yang digunakan luas di lingkungan sanitasi untuk menentukan jumlah koloni *Coliform* di dalam air, susu dan makanan lainnya. Metode MPN dapat digunakan untuk menghitung menghitung jumlah bakteri yang dapat memfermentasi laktosa membentuk gas, misalnya bakteri *Coliform*. Metode MPN menggunakan medium cair di dalam tabung reaksi, dimana prinsipnya adalah menghitung jumlah tabung yang positif yang ditumbuhi oleh mikroba setelah inkubasi pada suhu dan waktu tertentu. Tabung pada pengujian MPN dinyatakan positif apabila timbul kekeruhan dan atau terbentuknya gas di dalam tabung Durham. Pengujian MPN dilakukan dengan menggunakan sampel berbentuk cair, apabila sampel yang akan digunakan berbentuk padatan maka sampel tersebut harus dibuat cair (suspensi) lebih dahulu dengan perbandingan 1 :10 (Yusmaniar, Wardiyah dan Nida, 2017). Tahapan uji kualitatif *Coliform* secara lengkap terdiri dari tiga tahap, yaitu :

1. Uji penduga

Uji ini menggunakan *Lactose Broth* atau *Mac Conkey Broth (MCB)*, apabila sampel yang digunakan mengandung bakteri asam laktat, misalnya susu, dapat digunakan *Brilliant Green Lactose Bile Broth (BGLBB)*. Bakteri asam laktat dapat memfermentasi laktosa dan membentuk gas, hingga dapat mengakibatkan pembacaan uji positif yang salah. Inkubasi dilakukan pada suhu 35°C selama 24 jam, dan tabung dinyatakan positif jika terbentuk gas sebanyak 10% atau lebih dari volume di dalam tabung durham. Tabung yang tidak menunjukkan gas

diperpanjang lagi inkubasinya sampai 48 jam. Jika tetap tidak terbentuk gas, dihitung sebagai tabung negatif (Yusmaniar, Wardiyah dan Nida, 2017) .

2. Uji penguat

Dari tabung MPN yang positif digoreskan pada media *Eosine Metilene Blue* Agar (EMBA), kemudian diinkubasikan lagi pada suhu 35°C selama 24 – 48 jam. Pilih koloni spesifik untuk *Eschericia coli* (hijau metalik) dan *Eschericia aerogenes* (mata ikan) (Astuti Pudjirahayu, 2018).

3. Uji pelengkap

Koloni-koloni tersebut kemudian digoreskan pada tabung yang berisi media Nutrien Agar (NA) miring yang nantinya akan digunakan untu pewarnaan gram dan diinokulasikan lagi pada media LB. Apabila diperoleh hasil yang positif dari uji lengkap (gram negative dan ada gas pada media LB) maka uji dilanjutkan lagi untuk menentukan jenis *Coliform* yang terdapat dalam contoh makanan dan/atau minuman (Astuti Pudjirahayu, 2018).