

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Tinjauan Teori

##### 1. Onde-onde

Onde-onde adalah makanan tradisional yang berasal dari Mojokerto, Jawa Timur dan merupakan makanan adaptasi dari Tiongkok. Onde-onde berbentuk bulat dengan warna keemasan dan dilengkapi dengan taburan wijen serta berisi kacang hijau. Dahulu onde-onde dilambangkan sebagai keselamatan dan kebersamaan serta merupakan golongan makanan istimewa. Setelah perkembangan zaman, onde-onde yang dahulunya hanya berisikan gula merah, kacang hijau dan ketan hitam saat ini telah berkembang dengan berbagai varian isi coklat, keju, dan ubi (Kompas, 2020).



Sumber: Kompas, 2020

Gambar 2.1 Onde-onde.

##### 2. Pangan Industri Rumah Tangga

Pangan industri rumah tangga merupakan makanan yang diolah oleh produksi industri rumah tangga dan dilakukan di rumah atau tempat tinggal menggunakan peralatan yang dikerjakan secara manual atau semi otomatis yang dijual dan dikemas eceran (BPOM, 2012).

##### 3. Cemaran Mikroba

Cemaran adalah kejadian yang tidak diinginkan, dapat bersumber dari lingkungan atau hasil dari proses produksi makanan. Cemaran dapat berasal dari mikroba atau kimia yang dapat mengganggu, menyebabkan kerugian, dan mengancam kesehatan manusia. Cemaran mikroba merupakan cemaran yang

berasal dari mikroba yang kemudian mengontaminasi makanan. Pangan tercemar merupakan makanan yang terdapat kandungan bahan beracun, berbahaya, serta tercemar yang melampaui ambang batas tertentu. Bahan makanan yang kotor, busuk, atau bau serta mengandung bahan nabati atau hewani yang terkena penyakit dapat menjadi penyebab pencemaran makanan dan dapat membahayakan kesehatan atau jiwa manusia (BPOM, 2012).

#### 4. Bakteri yang Dapat Mencemari Makanan

Beberapa bakteri yang dapat ditemukan dalam makanan dan dapat mencemari makanan, antara lain:

##### a. *Staphylococcus aureus*

*Staphylococcus aureus* adalah bakteri gram positif, tidak motil, tidak berkapsul dan tidak memiliki spora, dapat mati jika berada pada suhu 66°C dalam 12 menit dan pada suhu 72°C dalam 15 detik. Habitat normalnya yaitu terdapat pada hidung, tenggorokan, dan dapat muncul pada luka di kulit, abses, dan jerawat yang pecah (Ray & Bhunia, 2020).

Kontaminasi pada makanan oleh *Staphylococcus aureus* dapat bersumber dari luka pada tangan, kemudian bakteri yang tumbuh pada makanan terutama makanan yang berprotein tinggi yang dibiarkan pada suhu ruangan dalam kurun waktu yang lama membuat bakteri menghasilkan toksin tanpa merusak kualitas makanan tersebut. Keracunan makanan oleh *Staphylococcus aureus* disebabkan oleh toksin enterik yang dihasilkannya. Toksin yang masuk ke dalam tubuh akan merangsang saraf vagus di lambung dan menyebabkan seseorang muntah parah. Gejala yang timbul akibat mengkonsumsi makanan yang mengandung bakteri ini yaitu muntah dan diare (Ray & Bhunia, 2020).

*Staphylococcus aureus* biasanya menjadi lawan yang buruk untuk berbagai mikroba lain dalam makanan. Namun, kemampuannya untuk berkembang biak dalam lingkungan yang tidak mendukung membuatnya unggul pada banyak makanan ketika mikroba lain tidak dapat tumbuh dengan baik.

##### b. *Salmonella*

*Salmonella* merupakan bakteri alami yang berada di saluran pencernaan hewan maupun serangga. Karakteristik bakteri *Salmonella* yaitu berbentuk basil gram-negatif, tidak memiliki spora, motil dan anaerob fakultatif. Bakteri

*Salmonella* bersifat mesofilik pada suhu antara 35°C-37°C dan mati pada suhu pasteurisasi dan pH rendah (Ray & Bhunia, 2020).

Penyakit yang diakibatkan oleh bakteri ini disebut salmonellosis. Salmonellosis bawaan makanan masih menjadi penyebab utama penyakit bawaan makanan. Bakteri ini dapat berada pada hewan dan unggas yang kemudian menjadikan hewan tersebut *carrier*. Tidak hanya hewan, manusia yang terinfeksi bakteri ini juga dapat menjadi *carrier*. Untuk beberapa strain bakteri sensitif terhadap lambung maka diperlukan sel dalam jumlah besar untuk menyebabkan penyakit, dan sebaliknya jika strain bakteri tersebut tahan terhadap lambung maka hanya diperlukan sedikit sel untuk menyebabkan penyakit (Ray & Bhunia, 2020).

Terkontaminasinya makanan oleh bakteri *Salmonella* dapat terjadi secara langsung maupun tidak langsung. Kontaminasi tidak langsung disebabkan oleh feses yang dikeluarkan dari manusia, hewan atau unggas *carrier* yang mengontaminasi makanan, kemudian makanan tersebut dikonsumsi tanpa dimasak terlebih dahulu atau proses pemasakan yang kurang matang. Kontaminasi silang yang terjadi di jasa penyaji makanan juga merupakan penyebab utama kontaminasi *Salmonella* pada makanan yang sudah dimasak. Setelah patogen masuk ke dalam tubuh maka patogen tersebut akan berkoloni dan menimbulkan luka di usus besar. Setelah melekat, bakteri akan menyerang sel mukosa dan menyebabkan peradangan yang membuat keseimbangan elektrolit terganggu dan mempercepat hilangnya cairan pada kasus diare. Gejala umum yang timbul yaitu diare, mual, muntah, menggigil, dan seseorang dapat mengalami kram perut (Ray & Bhunia, 2020).

### c. *Escherichia coli*

*Escherichia coli* adalah bakteri normal dalam usus manusia, hewan, serta unggas berdarah panas. Karakteristik bakteri *Escherichia coli* yaitu berbentuk basil gram-negatif, tidak memiliki spora, motil dan anaerob fakultatif. Berdasarkan kemampuannya dalam menghasilkan toksin dan kemampuannya dalam melekat untuk menembus dinding sel *Escherichia coli* dikelompokkan menjadi beberapa kelompok, yaitu:

1) *Enterotoxigenic Escherichia coli* (ETEC)

Strain ini menyebabkan diare pada wisatawan. Bakteri dapat mengontaminasi makanan atau air secara langsung dan tidak langsung melalui manusia yang *carrier*. Untuk menimbulkan gejala, seseorang harus menelan strain bakteri ini sebesar  $10^{8-9}$  sel. Strain ini memiliki kemampuan untuk berkolonisasi pada tubuh manusia dengan cara melekat pada sel epitel menggunakan pili atau menggunakan *colonization factor antigen* yang kemudian dapat menghasilkan toksin yang peka terhadap panas atau tidak stabil/*heat-labile*/LT dan toksin yang tahan panas atau *heat-stable*/HT. Gejala yang timbul setelah menelan strain bakteri ini yaitu adalah gastroenteritis dan pada anak-anak akan mengalami dehidrasi dan gejala lain yang timbul seperti demam, mual dan muntah (Ray & Bhunia, 2020).

2) *Enteropathogenic Escherichia coli* (EPEC),

Strain ini merupakan penyebab diare pada bayi. Bakteri dapat ditularkan secara langsung dan dapat mengontaminasi makanan melalui manusia atau pengolah makanan yang *carrier*. Untuk menimbulkan gejala seseorang harus menelan sebanyak  $10^{8-9}$  sel. Pada strain ini tidak memproduksi toksin tetapi bakteri strain ini mampu melekat pada sel epitel menggunakan fli. Diare yang terjadi diakibatkan oleh gen pelekat dan pelepas mengode intimin untuk melakukan perlekatan yang erat yang kemudian menimbulkan lesi parah dan dapat menghancurkan vili absorptive yang mengakibatkan malabsorpsi dan diare. Gejala yang timbul setelah menelan strain bakteri ini yaitu, gastroenteritis, diare, muntah dan demam (Ray & Bhunia, 2020).

3) *Enteroinvasive Escherichia coli* (EIEC)

Strain ini menyebabkan disentri yang mirip dengan shigellosis. Untuk menimbulkan gejala seseorang harus menelan sekitar  $10^6$  sel. Untuk menyebarkan penyakit dapat terjadi secara langsung dan dapat mengontaminasi makanan atau air secara tidak langsung oleh manusia *carrier*. Setelah masuk ke dalam tubuh strain bakteri ini akan berikatan dengan sel epitel kemudian akan melakukan invasi terhadap sel epitel

tersebut dan bergerak hingga menyebarkan infeksi dalam usus. Seseorang yang terinfeksi strain bakteri ini dapat mengalami diare mukoid berdarah yang diakibatkan oleh kerusakan sel dan beberapa gejala yang timbul dapat bertahan selama 7-12 hari seperti kram perut, demam, menggigil dan sakit kepala (Ray & Bhunia, 2020).

4) *Enterohemorrhagic Escherichia coli* (EHEC)

Strain ini merupakan penyebab diare berat berdarah atau *hemorrhagic uremic syndrome* (HUS) pada manusia. Strain bakteri ini dapat tumbuh cepat pada suhu 30°C-42°C dan dapat mati pada suhu 64,3°C. Karakteristik yang paling utama pada strain bakteri ini adalah mampu menghasilkan *shiga-toxin* (Stx) yang menjadi penyebab terjadinya HUS. Air, tanah, dan makanan yang diolah kurang matang menjadi penyebab utama faktor resiko dalam penularan *shiga-toxin*. Untuk menimbulkan gejala seseorang harus menelan sel bakteri sebanyak 10-100 sel (Ray & Bhunia, 2020).

Mengonsumsi makanan yang telah terkontaminasi oleh bakteri ini menyebabkan bakteri di dalam tubuh bakteri melekatkan diri pada sel epitel dan kemudian berkoloni. Protein intimin akan membentuk struktur seperti alas pada mikrovili yang dapat menghasilkan lesi yang khas dan membuat vili penyerap hancur yang akibatnya membuat malabsorpsi dan timbulnya lesi. Bakteri kemudian menghasilkan toksin yang dapat merusak sel epitel dan toksin ini juga menyebabkan colitis hemoragik. Toksin juga dapat menyebabkan kerusakan ginjal karena toksin terserap di aliran darah. Gejala yang timbul juga setelah seseorang menelan bakteri ini adalah kram perut, diare berair yang dapat berubah menjadi diare berdarah, dan muntah (Ray & Bhunia, 2020).

5) *Enteraggregative Escherichia coli* (EAEC)

Strain ini merupakan penyebab dari diare yang terjadi pada anak dan orang dewasa. Diare yang terjadi berlangsung selama 14 hari, hal ini disebabkan karena terjadinya kerusakan mukosa akibat perlekatan agregatif bakteri pada sel usus. Karakteristik pada strain bakteri ini

yaitu adalah mampu memproduksi dua jenis toksin yang dapat membentuk lubang yaitu *enteroaggregative heat stable toxin* (EAST) dan hemolisin (Ray & Bhunia, 2020).

d. *Bacillus cereus*

*Bacillus cereus* merupakan bakteri yang menyebabkan diare dan muntah. Memiliki morfologi berbentuk batang Gram positif, memiliki spora, dan tumbuh secara fakultatif anaerob. Habitat normal *Bacillus cereus* biasanya terdapat di alam seperti tanah dan air, namun bakteri ini juga dapat ditemukan di dalam makanan. Makanan yang rentan terkontaminasi bakteri ini adalah daging, susu, sayuran, dan ikan. Gejala yang diakibatkan oleh bakteri ini yaitu berupa diare dengan konsistensi encer, perut kejang-kejang, sakit yang dialami penderita selama 6-15 jam setelah mengonsumsi makanan yang terkontaminasi tersebut, penderita juga mengalami mual namun sangat jarang disertai dengan muntah. Keracunan makanan dengan gejala muntah-muntah sering terjadi setelah mengonsumsi makanan yang terbuat dari beras, makanan yang mengandung pati seperti pasta, kentang, dan keju. Makanan seperti saus, puding, dan sup. Selain itu, beberapa strain *B. subtilis* dan *B. licheniformis* dapat menyebabkan muntah karena dapat menghasilkan toksin yang tahan panas, seperti yang dihasilkan oleh *Bacillus cereus*. Dosis bakteri ini agar seseorang terinfeksi adalah  $> 10^5$ /g (BPOM, 2012).

5. Angka Lempeng Total (ALT)

Sebelum diedarkan untuk dijual, makanan perlu diuji kualitasnya. Salah satunya adalah pengujian angka bakteri dalam makanan tersebut untuk mendeteksi ada atau tidaknya bakteri dalam makanan. Adanya bakteri yang terdapat dalam makanan dapat menimbulkan kerusakan sehingga akan mengubah tampilan makanan menjadi tidak menarik, mengubah tekstur serta rasa dan menimbulkan bau busuk dalam makanan. Pengujian harus dilakukan untuk mengetahui apakah keamanan dalam suatu pangan memenuhi kriteria mikrobiologi yang diberlakukan atau tidak. Karena dengan adanya bakteri patogen dalam makanan yang dikonsumsi akan memberikan kesempatan terjadinya suatu penyakit. Parameter uji bakteriologi pada makanan yang dipersyaratkan oleh BPOM salah satunya adalah dengan pengujian secara

kuantitatif dengan menghitung jumlah bakteri dalam sampel menggunakan metode uji angka lempeng total (ALT) (InfoPOM, 2008).

Uji angka bakteri atau biasa juga disebut *Total Plate Count* (TPC) atau Angka Lempeng Total (ALT) adalah indikator untuk menunjukkan dampak negatif dari proses pengolahan dan proses penyimpanan. Metode ini digunakan untuk menghitung jumlah bakteri aerob mesofil yang ada pada setiap gram atau ml sampel. Untuk mendapatkan hasil yang representatif uji ini perlu dilakukan pengenceran dan dilakukan secara duplo. Pengenceran dilakukan dengan tujuan untuk mempermudah perhitungan koloni. Proses pengenceran dilakukan pada konsentrasi  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$ , dan  $10^{-4}$ , kemudian ditanam menggunakan media PCA (*Plate Count Agar*) sebanyak 15-20 ml. Setelah itu dihomogenkan dan didiamkan sampai padat, kemudian diinkubasi selama 24 jam dengan suhu  $37^{\circ}\text{C}$ . Perhitungan angka kuman yang dilakukan untuk mengetahui tingkat cemaran pada sampel adalah cawan petri dengan jumlah koloni antara 30-300 (Bakti Kurniawan & Taufik Sahli, 2017).

Menurut Abna (2021) metode ini memiliki prinsip semakin tinggi tingkat pengenceran maka akan semakin rendah jumlah koloni bakteri, dimana hasil penelitian menunjukkan jumlah bakteri pada pengenceran rendah yaitu  $10^{-1}$  didapatkan koloni bakteri dengan jumlah besar dan semakin tinggi tingkat pengenceran koloni bakteri semakin sedikit bahkan tidak ada. Koloni yang dapat dilihat dengan indra penglihatan merupakan hasil akhir dalam metode ini. Pengujian control dengan media PCA tanpa penambahan sampel sangat diperlukan agar diketahui apakah media yang digunakan steril atau tidak, sehingga nantinya tidak akan mempengaruhi hasil koloni yang diperoleh.

Dalam metode ini, kultur dilakukan menggunakan beberapa teknik, yaitu:

a. *Pour plate method* (cara tuang)

Teknik ini dilakukan dengan cara mengencerkan sampel yang mengandung bakteri terlebih dahulu. Setelah dilakukan pengenceran sampel dipipet dengan jumlah tertentu kemudian dimasukkan ke dalam cawan petri dan ditambahkan media padat kemudian dihomogenkan. Keunggulan teknik *pour plate* adalah hasil biakkan yang diperoleh murni. Kekurangan pada metode ini tidak menunjukkan jumlah sel mikroba yang

sebetulnya, karena beberapa sel yang berdekatan mungkin akan membentuk satu koloni sedangkan bakteri yang tumbuh pada media padat harus jelas dan tidak menjalar (Damayanti, 2020).

b. *Spread plate method* (cara tebar/sebar)

Teknik ini dilakukan dengan cara kultur mikroba dipulas atau disebar pada permukaan media agar padat. Kelebihan teknik *spread plate* adalah dapat digunakan untuk memperkirakan jumlah bakteri dalam sampel. Sedangkan kekurangan teknik ini adalah kemungkinan terkontaminasi dari batang bengkok saat meratakan suspensi tinggi (Damayanti, 2020).

Adapun faktor-faktor yang dapat mempengaruhi pertumbuhan bakteri pada makanan, yaitu:

a. Ketersediaan nutrisi

Nutrisi dibutuhkan oleh bakteri untuk kelangsungan hidupnya. Alat-alat yang digunakan untuk meletakkan makanan harus selalu dibersihkan karena bakteri dapat tumbuh pada sisa-sisa makanan yang terdapat dalam alat tersebut. Hal tersebut karena bakteri memanfaatkan adanya nutrisi dan energi dalam makanan. Jika pada air dengan nutrisi yang sedikit membuat pertumbuhan bakteri kurang terjadi (Indasah, 2019).

b. Suhu

Salah satu faktor penting dalam pertumbuhan bakteri adalah suhu. Suhu akan mempengaruhi tingkat pertumbuhan dan reaksi kimia dalam tubuh bakteri. Bakteri dapat tumbuh pada suhu  $-10^{\circ}\text{C}$ - $100^{\circ}\text{C}$ . Berdasarkan suhu optimumnya, bakteri dikelompokkan menjadi tiga, yaitu: bakteri mesofilik umumnya tumbuh cepat pada suhu optimum sedang yaitu  $20^{\circ}\text{C}$ - $50^{\circ}\text{C}$  dan suhu minimum untuk bakteri mesofilik tumbuh adalah  $8^{\circ}\text{C}$  dimana bakteri akan tumbuh dengan sangat lambat atau tidak tumbuh sama sekali, bakteri termofilik merupakan bakteri yang tumbuh pada suhu tinggi yaitu lebih dari  $40^{\circ}\text{C}$ , dan bakteri psikofilik merupakan bakteri yang umumnya tumbuh pada suhu dingin yaitu dibawah  $20^{\circ}\text{C}$  (Indasah, 2019).

c. pH

Sebagian besar bakteri akan tumbuh pada pH netral (7), bakteri patogen tidak tumbuh pada makanan asam tetapi kebanyakan bakteri juga

tidak terpengaruh terhadap pH di dalam makanan. Pertumbuhan bakteri dipengaruhi oleh pH karena memiliki keterkaitan dengan aktivitas enzim. Enzim dibutuhkan untuk mengkatalis reaksi, dimana reaksi tersebut berkaitan dengan pertumbuhan bakteri. Apabila pH suatu media tidak baik, maka bakteri tersebut akan terhambat pertumbuhannya (Indasah, 2019).

d. Aktivitas air ( $a_w$ )

Untuk tumbuh dengan cepat bakteri sangat membutuhkan air, apabila air yang ada tidak cukup untuk memenuhi syarat pertumbuhan bakteri maka bakteri akan tumbuh lambat. Biasanya bakteri akan tumbuh lambat pada makanan yang dikeringkan atau diasinkan (Indasah, 2019).

e. Oksigen

Oksigen dibutuhkan oleh bakteri untuk mengubah makanan menjadi energi. Berdasarkan kebutuhan oksigennya, bakteri dibagi menjadi empat kelompok, yaitu: bakteri aerob dapat tumbuh lebih cepat apabila terdapat oksigen mencapai 20%, bakteri anaerob merupakan bakteri yang tidak membutuhkan oksigen karena oksigen akan menghasilkan  $H_2O_2$  yang dapat memicu kematian, bakteri anaerob fakultatif adalah bakteri yang tumbuh menggunakan oksigen atau tanpa oksigen, dan bakteri mikroaerofil yang merupakan bakteri dengan jumlah kebutuhan oksigen yang terbatas. Dengan meningkatkan kadar  $CO_2$  dan  $O_2$  biasanya bakteri pembusuk normal tidak akan tumbuh, cara ini biasanya digunakan untuk menjadikan makanan supaya tahan lama (Indasah, 2019).

f. Kelembaban

Kelembaban relatif di suatu tempat dikaitkan dengan jumlah air bebas atau  $a_w$  (*Water activity*) yang diperlukan mikroorganisme untuk bertahan hidup. Untuk membawa makanan dalam bentuk terlarut ke dalam sel, mengeluarkan sisa metabolisme dari sel, dan menjaga kelembaban dalam protoplasma sel bakteri membutuhkan kelembaban (Indasah, 2019).

Berdasarkan BPOM tahun 2012 tentang pedoman kriteria cemaran pada pangan siap saji dan pangan industri rumah tangga untuk onde-onde pada Uji Angka Lempeng Total (ALT) memenuhi syarat apabila perhitungan hasil jumlah

koloni  $\leq 1 \times 10^5$  koloni/g dan tidak memenuhi syarat apabila perhitungan hasil jumlah koloni  $> 1 \times 10^5$  koloni/g.

**B. Kerangka Konsep**

Variabel Bebas

Variabel Terikat

