

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Kacang Kedelai

1. Definisi kedelai

Kedelai merupakan tanaman pangan berupa semak yang tumbuh tegak. Kedelai jenis liar (*Glycine ururiencis*) merupakan kedelai yang menurun berbagai kedelai yang dikenal sekarang yaitu *Glicine max (L) Merril*. Kedelai berasal dari daerah Manshukuo (Cina Utara). Di Indonesia, tanaman ini dibudidayakan mulai abad ke-17 sebagai tanaman makanan Kedelai (*Glycine max (L) Merr*) menjadi komoditas pangan yang telah lama dibudidayakan di Indonesia, yang digunakan sebagai bahan baku industri pangan maupun non-pangan (Purwono 2008).

2. Sistematika tumbuhan

Menurut Adisarwanto (2008) berdasarkan taksonominya, tanaman kedelai dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom	: <i>Plantae</i>
Divisi	: <i>Spermatophyta</i> (tanaman berbiji)
Subdivisi	: <i>Angiospermae</i> (biji berda dalam buah)
Klas	: <i>Dicotyledone</i>
Ordo	: <i>Rosales</i>
Famili	: <i>Leguminose</i> (kacang-kacangan)
Genus	: <i>Glycine</i>
Spesies	: <i>Glycine max (L) Merrill</i>

Bentuk biji kedelai berbeda tergantung varietas, ada yang berbentuk bulat, sedikit gopeng, atau bulat telur. Sebagian besar biji kedelai berbentuk bulat telur. Ukuran dan warna biji kedelai juga berbeda, tetapi sebagian besar berwarna kuning dengan ukuran biji kedelai yang dapat digolongkan dalam tiga kelompok, yaitu berbiji kecil (<10g/100 biji), berbiji sedang (10-12 g/100 biji), dan berbiji besar (13-18 g/100 biji) (Safrotul Q. 2016).

3. Sejarah

Negara seperti Filipina, Malaysia dan Singapura hingga saat ini susu kedelai mengalami perkembangan pesat. Masyarakat Malaysia mengenal susu kedelai dengan nama Vitabean. Di Filipina susu kedelai dikenal dengan nama Philosy. Perkembangan dimulai pada tahun 1952. Produk tersebut mudah didapat di berbagai tempat penjualan makanan dan minuman (Haryono 2005).

Catatan tertua mengenai susu kedelai juga ditemukan di Cina pada 1500 sebelum Masehi, dalam puisi “Ode to Tofu” yang ditulis oleh Su Ping. Dari cina susu kedelai berkembang ke Jepang, dan setelah perang dunia II susu kedelai merambah ke Asia Timur dan Tenggara lainnya (Muchtadi 2010).

4. Definisi susu kedelai

Susu kedelai adalah cairan hasil ekstraksi protein biji kedelai dengan menggunakan air panas. Susu kedelai berwarna putih seperti susu sapi dan mengandung tinggi protein nabati, rendah lemak, karbohidrat, mineral dan vitamin. Susu kedelai tidak mengandung laktosa dan gula susu, sehingga dapat diminum dengan aman bagi anak-anak maupun dewasa yang tidak tahan terdapat laktosa pada susu sapi (Hartoyo 2005).

Susu kedelai merupakan salah satu produk mengandung vitamin dan mineral, juga sangat ekonomis, bebas laktosa, sangat mudah dicerna. Susu kedelai merupakan produk bebas kolestrol dengan kandungan lemak sangat rendah dan asam lemak tidak jenuh fosfolipid, khususnya lecitin dan juga asam linolenat. Susu kedelai salah hasil pengolahan yang merupakan hasil dari ekstraksi kedelai. Protein susu kedelai memiliki struktur asam amino yang hampir sama dengan susu sapi, sehingga susu kedelai sering digunakan sebagai pengganti susu sapi. Susu kedelai juga mengandung lemak, karbohidrat, fosfor, zat besi, provitamin A, vitamin B kompleks kecuali B12 (Singh 2010).

Susu kedelai cair yang mengandung banyak gizi, dapat menjadi media pertumbuhan dan penyebaran yang baik bagi bakteri patogen *Salmonella typhi*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis* sehingga kandungan zat gizi atau cita rasa

menyimpang (basi). Bakteri patogen tersebut akan menyebabkan keracunan apabila dikonsumsi (Leboffe dan Pierce 2011).

Beberapa alasan susu kedelai disukai mikroba antara lain pH susu kedelai mendekati normal sekitar 6 hingga 8, susu kedelai mengandung gizi yang sangat baik untuk pertumbuhan makhluk hidup termasuk mikroba, kadar air yang tinggi sekitar 85%. Jumlah bakteri dalam susu kedelai dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor baik yang berasal dari bahan kedelai itu sendiri (faktor ekstrinsik), maupun yang berasal dari luar (faktor ekstrinsik) (Soeparno *et al.* 2011).

Susu kedelai dari segi harga lebih ekonomis dibandingkan dengan susu hewani. Susu kedelai dapat dibuat dengan teknologi dan peralatan sederhana, serta tidak memerlukan keterampilan khusus, sehingga semua orang dapat membuat sendiri dirumah. Kendala yang dihadapi produsen adalah susu kedelai mudah rusak apabila tidak disimpan di lemari pendingin. Susu kedelai yang rusak ditandai dengan berubahnya bau, warna, rasa, atau mengental, kemudian terjadi pemisahan air dengan endapan sari kedelai (Hargyandani 2014).

4.1 Pembuatan susu kedelai. Pembuatan susu kedelai pada dasarnya adalah memproses biji kacang kedelai untuk diambil sarinya. Proses pembuatan susu kedelai meliputi tahap-tahap: penyortiran dengan tujuan untuk memilih biji-biji kedelai yang berkualitas baik, kemudian dilakukan pencucian yang guananya menghilangkan kotoran-kotoran yang melekat pada biji kedelai. Kedelai yang telah dicuci dilakukan perendaman untuk mempermudah dan mempercepat proses pelepasan kulit ari kedelai, kemudian penggilingan dengan air perbandingan tertentu, proses selanjutnya adalah penyarian sehingga diperoleh sari kacang kedelai, kemudian pemanasan untuk memamtikan semua organisme yang bersifat patogen dan sebagian mikroorganisme yang ada sehingga tidak merubah cita rasa maupun komposisi susu kedelai (Molita A.D. 2017).

4.2 Penyimpangan pada pengolahan susu kedelai. Bau dan rasa langu merupakan salah satu masalah dalam pengolahan kedelai. Rasa langu yang tidak disukai ini dihasilkan oleh adanya enzim lipoksidase pada kedelai. Enzim lipoksidase menghidrolisis atau menguraikan lemak kedelai menjadi senyawa-senyawa penyebab bau langu, yang tergolong kelompok heksanal dan heksanol.

Senyawa-senyawa tersebut, dalam konsentrasi rendah dapat menyebabkan bau langus. Senyawa glikosida seperti soyaponin, dan sapogenol dalam biji kedelai menyebabkan rasa pahit dan rasa kapur pada produk susu kedelai (Hargyandani 2014).

Susu kedelai dibuat dengan cara yang tidak baik, akan menghasilkan susu kedelai yang mengandung senyawa-senyawa anti gizi dan senyawa penyebab *off flavor* (penyimpangan cita rasa dan aroma pada produk olahan kedelai yang berasal dari bahan bakunya yaitu kedelai). Senyawa anti gizi yang sangat mempengaruhi mutu olahan kedelai yaitu antitrypsin, hemaglutinin, asam fitat dan oligosakarida penyebab flatulensi (timbulnya gas dalam perut sehingga perut kembung), sedangkan senyawa *off flavor* pada kedelai adalah glikosida dan saponin. Pengolahan susu kedelai senyawa-senyawa tersebut harus dihilangkan atau di inaktifkan, sehingga akan dihasilkan produk olahan kedelai dengan mutu terbaik dan aman untuk dikonsumsi manusia (Koswara 2006).

5. Kandungan susu kedelai

Susu kedelai merupakan minuman bernilai gizi tinggi sebagai sumber protein, vitamin B dan isoflavon. Susu kedelai tidak mengandung laktosa tinggi (gula susu), sehingga dapat diminum dengan aman oleh penderita *lactose intolerance*. Susu kedelai merupakan alternatif bagi konsumen yang alergi susu sapi (Muchtadi 2010).

Susu kedelai merupakan minuman yang bergizi tinggi, terutama kandungan protein. Susu kedelai memiliki kandungan lemak, karbohidrat, kalsium, fosfor, zat bezi, provitamin A. vitamin B kompleks (kecuali B12) dan air. Susu kedelai harganya lebih terjangkau dibandingkan susu produk hewani, dapat dibuat dengan teknologi dan peralatan yang sederhana serta tidak memerlukan keterampilan khusus. Penggunaan air sumur dapat menghasilkan susu kedelai dengan rasa yang lebih enak. Susu kedelai didapatkan kualitas baik, maka diperlukan kedelai yang berkualitas baik (Santoso 2009).

Tabel 1. Komposisi susu kedelai, susu sapi per 100 gram (Koswara 2006)

Komposisi	Susu kedelai	Susu sapi
Air (%)	88,60	88,60
Kalori (kkal)	52,99	58,0
Protein (%)	4,40	2,90
Karbohidrat (%)	3,80	4,50
Lemak (%)	2,50	0,30
Vitamin B1 (%)	0,04	0,04
Vitamin B2 (%)	0,02	0,15
Vitamin A (%)	0,02	0,20
Kalsium (mg)	15	100
Fosfor (mg)	49	90
Natrium (mg)	2	16
Besi (mg)	1,20	0,10
Asam lemak jenuh (%)	40-48	60-70
Asam lemak tak jenuh (%)	52-60	30-40
Kolesterol	0	9,24-9,9
Abu (g)	0,5	0,7

Tabel 1 diatas dapat dilihat bahwa protein dari susu kedelai memadai dan kandungan lemak yang lebih rendah dibandingkan kandungan lemak pada susu sapi. Susu kedelai tidak mengandung vitamin B12 dan kandungan mineral terutama kalsium yang cukup untuk tubuh (Koswara 2006).

B. Angka Lempeng Total (ALT)

Metode yang digunakan untuk pengujian mikrobiologi sangat ditentukan oleh persyaratan yang diacu, umumnya pengujian dilakukan secara kualitatif dan kuantitatif. Metode kuantitatif digunakan untuk mengetahui jumlah mikroba yang ada pada suatu sampel, umumnya dikenal dengan angka lempeng total (ALT) dan angka paling mungkin. Uji ALT menggunakan media

padat dengan hasil akhir berupa koloni yang dapat diamati secara visual dan dihitung, Interpretasi hasil berupa angka koloni CFU (*coony forming unit*) per ml/g atau koloni/100 ml (BPOM, 2008).

Metode kuantitatif dilakukan dengan beberapa tahap yaitu:

1. Homogenisasi sampel, sebagai tahap pendahuluan dalam pengujian yang berguna untuk membebaskan sel bakteri yang mungkin terlindung partikel sampel dan untuk membebaskan sel bakteri sebaik mungkin. Homogenisasi dapat dilakukan menggunakan alat seperti *satinles steel blender*. Sampel bentuk cair tidak perlu menggunakan alat, cukup langsung dicampur dengan pengencer dan dikocok sampai homogen.
2. Tahap pengenceran, menggunakan larutan pengencer yang berfungsi untuk menggiatkan kembali sel-sel bakteri yang mungkin kehilangan vitalitasnya karena kondisi di dalam sampel yang kurang menguntungkan. Pengenceran suspensi sampel dilakukan untuk mendapatkan koloni yang tumbuh secara terpisah dan dapat dihitung dengan mudah, untuk membantu sampel yang terdapat cemaran tinggi.
3. Tahap pencampuran dengan media (padat/cair), media padat yang digunakan umumnya adalah *Plate Count Agar* (PCA) atau *Nutrient Agar* (NA). Inokulasi suspensi homogen sampel kedalam media tergantung dengan media yang telah dipilih dan kesesuaian dengan sifat sampel dan mikroba yang mungkin ada dalam sampel. Pada keadaan tertentu, media perlu ditambah dengan bahan lain.
4. Tahap inkubasi dan pengamatan, inkubasi dilakukan pada suhu dan lama yang sesuai dan kondisi dibuat sedemikian rupa yang disesuaikan dengan sifat mikroba (kondisis aerob atau anaerob).
5. Interpretasi hasil (BPOM, 2008)

Metode hitung pada cawan didasarkan pada anggapan bahwa setiap sel yang dapat hidup akan berkembang menjadi satu koloni. jumlah koloni yang muncul pada cawan merupakan satu indeks jumlah mikroba yang hidup terkandung dalam sampel. Hasil inkubasi, jumlah koloni masing-

masing cawan diamati. Prinsip dari metode hitungan hitungan cawan adalah bila sel mikroba yang masih hidup ditumbuhkan pada medium, maka mikroba tersebut akan berkembang biak dan membentuk koloni yang dapat dilihat langsung, dan kemudian dihitung tanpa menggunakan mikroskop. Metode ni merupakan cara paling sensitif untuk menentukan jumlah jasad renik, dengan alasan:

- a. Hanya sel mikroba yang hidup dapat dihitung.
- b. Beberapa jasad renik dapat dihitung sekaligus.
- c. Dapat digunakan untuk isolasi dan identifikasi mikroba yang mempunyai penampakan spesifi (Waluyo, 2010).

Selain keuntungan-keuntungan tersebut diatas, metode hitungan cawan juga mempunyai kelemahan sebagai berikut:

- a. Hasil perhitungan tidak menunjukkan sel yang sebenarnya, karena beberapa sel yang berdekatan mungkin membentuk koloni.
- b. Medium dan kondisi inkubasi yang berbeda mungkin menghasilkan jumlah yang berbeda pula.
- c. Mikroba yang ditumbuhkan harus dapat tumbuh pada medium padat dan membentuk koloni yang jelas dan tidak menyebar.
- d. Memerlukan persiapan dan waktu inkubasi relative lama sehingga perhitungan koloni dapat dihitung (Waluyo, 2010).

C. *Salmonella* sp.

1. Morfologi

Bakteri *Salmonella* sp. pertama kali ditemukan tahun 1885 pada tubuh babi oleh Theobald Smith (yang dikenal hasilnya pada anafilaksis), namun *salmonella* dinamai oleh Daniel Edward Salmon, ahli patologi Amerika (Gilang 2019).

Salmonella sp. merupakan bakteri Gram negatif membentuk batang medium dengan ukuran 1-4 mikrometer \times 0,5-0,8 mikrometer. *Salmonella* sp. tidak berkapsul dan tidak membentuk spora, motilitas (bergerak dengan dengan flagel perintik) serta mempunyai tipe metabolisme yang bersifat anaerob. Termasuk kelompok *Enterobacteriacea* (Sopandi et al. 2014).

2. Klasifikasi *Salmonella*

Lebih dari 2300 serovar *Salmonella* telah dijelaskan namun meskipun seluruhnya bersifat potensial patogenik sangat berbeda pada inang dan patogenisitas. *Salmonella* (gambar 1.1) merupakan salah satu bakteri patogen penyebab keracunan makanan pada hewan dan manusia. Bakteri ini masuk kontaminasi makanan dan minuman yang menyebabkan infeksi *Salmonella* (Mumpuni Uji 2016).



Gambar 1. *Salmonella sp.* (Todar's online Textbook of pathology).

Phylum : *Bacteria (Eubacteria)*

Class : *Proteobacteria*

Ordo : *Eubacteriales*

Family : *Enterobacteriae*

Genus : *Salmonella*

Spesies : *Salmonella sp.*

3. Patogenesis *Salmonella sp.*

Patogenesis *Salmonella sp.* saat ini belum diketahui dengan pasti, namun dalam menimbulkan infeksi bersifat invasif dengan cara menembus sel-sel epitel usus dan merangsang terbentuknya sel-sel radang. *Salmonella sp.* juga berpotensi menghasilkan toksin yang bersifat tidak tahan panas. Spesies *Salmonella sp* yang dapat menyebabkan infeksi makanan termasuk didalamnya adalah *Salmonella sp*, *Enteritidis var*, *Thypymurium* dan varitas lain serta *Salmonella choleraesuis*. Mekanisme patogenesis *Salmonella* umumnya dengan proses infeksi sistemik. *Salmonella* adalah bakteri infeksi

yang disebabkan oleh bakteri genus *Salmonella* yang menyerang saluran gastrointestin yang mencakup perut, usus halus, usus besar atau koloni.

Delapan sampai empat puluh jam setelah mengkonsumsi makanan yang tecemar dengan *Salmonella sp.*, timbul rasa sakit perut yang mendadak disertai dengan diare encer atau berair, kadang lendir dan berdarah, mual, mutah, dan demam suhu 38-39°C. Gejala tersebut terdapat hubungan endotoksin tahan panas yang dihasilkan oleh *Salmonella*. Gejala ini sering hilang dalam waktu 2-5 hari (Irianto 2006). Pencegahan infeksi *Salmonella* sp. yang disebabkan makanan atau minuman dapat dilakukan dengan cara: menyimpan makanan atau minuman di suhu lemari es yang sesuai, melindungi makanan terhadap cemaran oleh rodentia (hewan penggerat) dan lalat, menggunakan metode produksi dan pengolahan dengan mejaga kebersihan.

D. Enterobacteriaceae

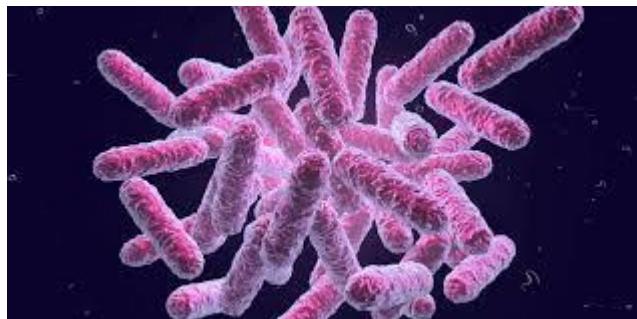
1. Morfologi

Enterobacteriaceae adalah suatu grup bakteri Gram negatif berbentuk batang dengan ukuran lebar 0,3-1,0 mikrometer yang memiliki habitat natural di usus manusia dan hewan. Bakteri ini hidup pada suasana fakultatif anaerob maupun aerob serta bersifat motil oleh fagel peritrik (Brigita, S.M. 2018).

Ciri keluarga bakteri ini adalah koloni berbentuk bulat mukoid dan cenderung untuk bergabung bila masa inkubasinya diperpanjang. *Enterobacteriaceae* tidak menghasilkan spora, dapat memfermentasikan glukosa dan laktosa dan dapat mereduksi nitrit menjadi nitrat.

2. Klasifikasi *Enterobacteriaceae*

Klasifikasi untuk keluarga *Enterobacteriaceae* sebagai berikut (Pelczar dan Chan 2015; Leboffe dan Pierce 2008).



Gambar 2. *Enterobacteriaceae* (Otmani Malin, 2019).

Domain	: <i>Bacteria</i>
Kingdom	: <i>Protista</i>
Divisi	: <i>Proteobacteria</i>
Kelas	: <i>Gammaproteobacteria</i>
Family	: <i>Enterobacteriaceae</i>
Spesies	: <i>Aerogenes Enterobacter</i>

3. Patogenesis *Enterobacteriaceae*

Kelompok keluarga bakteri ini mencakup jenis dan spesies yang tinggal pada usus besar manusia, hewan, tanah dan air yang dapat menyebabkan penyakit. Gejala klinis yang timbul seperti demam tifoid, disentri, gastro enteritis, peritonitis, infeksi saluran nafas serta dapat menyebabkan infeksi nosokomial (Brigita, S.M. 2018; Dwi C. et al 213).

E. Landasan Teori

Susu kedelai merupakan salah satu produk yang mengandung berbagai vitamin dan mineral, ekonomis, bebas laktosa, sangat mudah dicerna. Susu kedelai merupakan produk bebas kolestrol dengan kandungan lemak sangat rendah dan kaya asam lemak tidak jenuh fosfolipid, khususnya lesitin dan asam linolenat. Susu kedelai adalah salah satu hasil pengolahan hasil ekstraksi kedelai. Protein susu kedelai memiliki struktur asam amino yang hampir sama dengan susu sapi. Susu kedelai juga mengandung lemak,

karbohidrat, fosfor, zat besi, provitamin A, vitamin B kompleks kecuali B12 (Murniningtyas, S. 2016).

Peralatan yang digunakan dalam pengolahan dan penyimpanan susu kedelai merupakan sumber kontaminasi. Alat-alat tersebut tidak dijamin kebersihanya sehingga menyebabkan pertumbuhan mikroorganisme yang dapat menyebabkan penyakit. Penggunaan air merupakan salah satu bahan pengolahan susu kedelai dapat menyebabkan timbulnya mikroorganisme (Hirmasni, *et.al* 2017)

Hasil penelitian yang dilakukan oleh (Habullah, Farmawali, dan Kojong 2015) diantara 5 sampel yang diteliti, terdapat tiga sampel yang melebihi batas cemaran mikroba dengan jumlah koloni $1,8 \times 10^7$ koloni/mL, sehingga tidak memenuhi syarat yang ditetapkan Standar Nasional Indonesia (SNI) No. 01-3830 tahun 1995 yaitu $3,0 \times 10^6$ koloni/mL. Permasalahan tersebut, perlu dilakukan uji cemaran mikroba pada susu kedelai yang berada di Kecamatan Mojosongo, Surakarta berdasarkan BPOM nomer 13, tahun 2019 tentang batas maksimal cemaran mikroba dalam pangan olahan minuman sari susu kedelai (pasteurisasi) bahwa batasan cemaran mikroba yang diperbolehkan yaitu ALT 10^4 koloni/gram, *Enterobacteriaceae* 1 APM/mL dan *Salmonella* negatif/25 gram (BPOM 2019).

Salmonella sp. tersebar luas di alam dan bertahan dengan baik dalam berbagai makanan. Cemaran *Salmonella sp.* dapat menyebar ke sayuran, ternak, bahan pangan, dan manusia melalui ekskresi manusia dan hewan. *Salmonella sp.* tidak berlipat jumlahnya dengan cepat jika beredar diluar inangnya, tetapi dapat bertahan beberapa minggu di air dan beberapa tahun di tanah jika terkontaminasi lingkungan mendukung. *Salmonella sp.* dapat tumbuh optimal diberbagai kondisi lingkungan di luar inang. Sebagian besar *Salmonella sp.* tumbuh pada kisaran suhu 5-47°C dan optimum pada kisaran suhu 35-37°C. *Salmonella sp.* tumbuh kisaran pH optimal antara 6,5 dan 7,5 dengan membutuhkan air tinggi (aw) antara 0,99 dan 0,94 (Mumpuni Puji 2016).

Kasus infeksi *Salmonella* sp. di Indonesia cukup banyak dan mengkhawatirkan. Indonesia sebagai salah satu negara dengan kejadian endemik Salmonellosis tertinggi di Asia setelah Cina, India, Pakistan dan Vietnam (Srigede L, dan Gunardi 2015). Kontaminasi *Salmonella* sp. pada produk makanan dapat menyebabkan demam *Salmonella* tifoid dengan gejala demam yang tinggi, konstipasi, nyeri perut, pusing, kulit gatal dan timbul bercak-bercak. Survei dilakukan oleh Departement Kesehatan dari tahun 2000-2010 terlihat kecenderungan insidens meningkat. Tahun 2000 diare terdapat 301/1000 penduduk, tahun 2003 meningkat menjadi 347/1000 penduduk, tahun 2006 meningkat menjadi 423/1000 penduduk.

Enterobacteriaceae adalah mikroorganisme yang hidup di usus besar manusia, hewan, tanah, air, susu dan dapat ditemukan pada komposisi material (feses urin). Sebagian mikroorganisme enterik ini tidak menimbulkan penyakit pada host (tuan rumah) jika mikroorganisme tetap berada di dalam usus besar. Genus mikroorganisme menimbulkan penyakit pada setiap jaringan tubuh manusia. Penyakit-penyakit yang dapat ditimbulkan oleh *Enterobacteriaceae* sangat beragam mulai dari diare, gastro enteritis, peritonitis, infeksi saluran nafas, infeksi saluran kemih, bahkan penyakit autisme (Cahyono D 2013).

F. Hipotesis

Pertama, susu kedelai yang beredar di Kecamatan Mojosongo, Surakarta diduga melebihi ambang batas syarat BPOM No.13 tahun 2019 tentang batasan maksimal cemaran mikroba dalam pangan olahan.

Kedua, susu kedelai yang beredar di Kecamatan Mojosongo, Surakarta diduga tidak terdapat cemaran bakteri *Salmonella* sp. dan *Enterobacteriaceae aerogenes* sehingga, memenuhi persyaratan BPOM No.13 tahun 2019 tentang batasan maksimal cemaran mikroba dalam pangan olahan sehingga masih aman dikonsumsi oleh konsumen.