

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Kedelai

1. Tanaman Kedelai

Kedelai adalah salah satu dari sedikit tanaman yang memiliki nilai ekonomi tinggi di Indonesia. Hal ini dikarenakan kedelai berperan sebagai sumber protein nabati yang berkualitas, dengan harga yang terjangkau (Zainal *et al.*, 2014).

Kedelai adalah tanaman yang sangat penting untuk memenuhi kebutuhan pangan dan meningkatkan gizi masyarakat. Tanaman ini merupakan sumber protein nabati yang relatif terjangkau dibandingkan dengan sumber protein lainnya seperti daging, susu, dan ikan. Kedelai mengandung sekitar 35% protein, 35% karbohidrat, dan 15% lemak. Selain itu, kedelai juga kaya akan mineral seperti kalsium, fosfor, dan besi, serta mengandung vitamin A dan B (Rohmah & Saputro, 2016).

Kedelai merupakan komoditas tanaman pangan yang paling penting ketiga setelah padi dan jagung. Sebagai sumber protein nabati, kedelai memiliki peranan vital dalam meningkatkan gizi masyarakat, karena selain aman bagi kesehatan, harganya pun terjangkau. Kedelai juga dapat diolah menjadi berbagai bahan industri olahan pangan, seperti tahu, tempe, kecap, susu kedelai, dan tauco (Septiaswin *et al.*, 2021).

2. Taksonomi dan Morfologi Tanaman Kedelai

Pada awalnya, kedelai dikenal dengan beberapa nama botani, seperti *Glycine soja* dan *Soja max*. Namun, pada tahun 1948, disepakati bahwa nama botani yang diterima dalam istilah ilmiah adalah *Glycine max* (L.) Merrill. (Handayani, 2021). Klasifikasi tanaman kedelai sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Divisio	: Spermatophyta
Subdivisio	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledonae
Famili	: Leguminosae
Genus	: <i>Glycine</i>
Species	: <i>Glycine max</i> (L.) Merril



Gambar 1. Tanaman Kedelai (Lagiman et al., 2022)

Tanaman kedelai telah dibudidayakan di Indonesia sejak tahun 1746. Masyarakat menanam kedelai pada lahan sawah sebagai bagian dari rotasi tanaman padi. Pada tahun 1960, Indonesia menduduki posisi ketiga di dunia dalam hal luas areal tanam kedelai. Namun, sejak saat itu, pertumbuhan tanaman ini mengalami stagnasi hingga saat ini (Nurjanah, 2018).

Kedelai yang dibudidayakan di Indonesia adalah tanaman semusim yang tumbuh tegak dengan tinggi antara 40 hingga 90 cm. Tanaman ini bercabang, memiliki daun tunggal serta daun bertangkai tiga (trifoliate), dan terdapat bulu pada daun serta polongnya. Umur tanaman kedelai berkisar antara 72 hingga 90 hari. Di antara berbagai komponen morfologi kedelai, biji merupakan bagian yang memiliki nilai ekonomis tinggi. Bentuk biji kedelai bervariasi, mulai dari lonjong hingga bulat. Di Indonesia, biji kedelai dikelompokkan berdasarkan ukurannya: biji besar memiliki berat lebih dari 14 gram per 100 biji, biji sedang antara 10 hingga 14 gram per 100 biji, dan biji kecil memiliki berat di bawah 10 gram per 100 biji (Nurjanah, 2018).

3. Sejarah Tanaman Kedelai

Tanaman kedelai adalah salah satu dari lima biji-bijian yang dianggap sakral, bersama dengan padi, gandum, barley, dan millet (dikenal sebagai Wu Ku). Meskipun kedelai (*Glycine max*) bukan tanaman asli Indonesia, diperkirakan bahwa asal-usulnya berasal dari daerah daratan pusat dan utara Cina. Hal ini didasarkan pada penyebaran *Glycine ussuriensis*, spesies yang diduga sebagai nenek moyang dari *Glycine max* (Maryana, 2021).

Penyebaran kedelai di kawasan Asia, terutama di Jepang, Indonesia, Filipina, Vietnam, Thailand, Malaysia, Birma, Nepal, dan India, dimulai dari abad pertama Masehi hingga abad penemuan pada abad ke-15 dan ke-16. Proses ini bersamaan dengan semakin pesatnya perkembangan jalur perdagangan darat dan laut (Maryana, 2021).

Di Indonesia, catatan sejarah tentang pengembangan kedelai pertama kali ditemukan dalam publikasi Rumphius dalam Herbarium Amboinense, yang diselesaikan pada tahun 1673 dan dipublikasikan pada tahun 1747. Dalam publikasinya, Rumphius menyebutkan bahwa kedelai ditanam di Amboina. Selanjutnya, berdasarkan penemuan Junghun pada tahun 1853, praktik budidaya kedelai tercatat dilakukan di Gunung Gamping, yang terletak di pegunungan kapur selatan Jawa Tengah. Dua tahun kemudian, pada 1855, kedelai ditemukan di daerah

dekat Bandung. Pada tahun 1935, tanaman kedelai sudah tersebar dan ditanam di seluruh wilayah Jawa (Maryana, 2021).

B. Minuman Sari Kedelai

1. Pengertian Minuman Sari Kedelai

Sari kedelai, atau yang sering dikenal sebagai susu kedelai, adalah produk emulsi yang dihasilkan dari kedelai yang direbus dan kemudian digiling dengan tambahan air. Minuman ini tidak hanya menyegarkan, tetapi juga kaya akan gizi serta memiliki penampilan yang mirip dengan susu sapi (Per BPOM, 2016). Karena susu kedelai adalah susu nabati yang kaya akan provitamin A, vitamin B kompleks, mineral, karbohidrat, fosfor, dan zat besi. Selain itu, susu kedelai juga mengandung asam lemak tak jenuh, seperti esitin dan asam linolenat, serta bebas laktosa (Ramadani *et al.*, 2023).

Susu kedelai adalah cairan berwarna putih kekuningan yang dihasilkan melalui proses pengolahan kedelai menjadi produk pangan fungsional. Proses ini meliputi penggilingan kedelai, pengekstrakan dengan air, dan penambahan pemanis dalam proporsi tertentu, sebelum direbus hingga matang. Agar susu kedelai memiliki cita rasa yang unik dan lebih diminati, sering kali ditambahkan berbagai flavour atau senyawa esensial (Hargyandani, 2014).

Susu kedelai adalah salah satu produk olahan yang dihasilkan melalui ekstraksi dari kedelai. Minuman ini dikenal kaya akan gizi, terutama karena kandungan proteinnya yang melimpah. Menariknya, protein dalam susu kedelai memiliki komposisi asam amino yang hampir setara dengan susu sapi. Hal ini menjadikan susu kedelai sebagai alternatif yang ideal bagi mereka yang alergi terhadap protein hewani. Selain itu, susu kedelai juga kaya akan lemak, karbohidrat, kalsium, fosfor, zat besi, provitamin A, vitamin B kompleks, dan tentunya air (Erfandi *et al.*, 2018).

Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI), susu kedelai adalah produk yang dihasilkan dari ekstrak biji kacang kedelai. Susu kedelai nabati kaya akan serat, asam lemak tak jenuh, dan protein, menjadikannya pilihan yang baik untuk kesehatan. Selain itu, susu kedelai juga berfungsi sebagai alternatif pengganti susu sapi bagi mereka yang alergi, tidak menyukai susu sapi, atau yang tidak mampu membeli susu sapi yang harganya cukup tinggi. Dengan harga yang lebih terjangkau, susu kedelai menawarkan nilai gizi yang baik dan cocok

untuk dikonsumsi oleh semua kelompok umur (Nurbaya & Ritonga, 2021).

Susu kedelai adalah cairan berwarna putih kekuningan yang dihasilkan dari pengolahan kedelai. Proses pembuatan susu kedelai dimulai dengan menggiling kedelai, mengekstraknya menggunakan air, dan mencampurkannya dengan pemanis dalam perbandingan tertentu. Selanjutnya, campuran tersebut direbus hingga matang. Untuk menciptakan susu kedelai yang lebih istimewa dan menarik bagi banyak orang, biasanya ditambahkan berbagai perisa atau senyawa esensial yang memberikan ragam cita rasa yang menggugah selera (Hargyandani, 2014).

Susu kedelai adalah hasil pengolahan kedelai yang melalui proses ekstraksi. Minuman ini dikenal sebagai sumber gizi yang tinggi, terutama karena kandungan proteinnya. Menariknya, struktur asam amino dalam protein susu kedelai hampir serupa dengan susu sapi, sehingga sering dijadikan alternatif bagi mereka yang alergi terhadap protein hewani. Selain kaya akan protein, susu kedelai juga mengandung lemak, karbohidrat, kalsium, fosfor, zat besi, provitamin A, vitamin B kompleks, dan air, menjadikannya pilihan yang sangat bergizi (Erfandi *et al.*, 2018).

2. Pengolahan Minuman Sari Kedelai

Pembuatan susu kedelai merupakan proses yang cukup sederhana dan dapat dilakukan dengan teknologi serta peralatan yang mudah ditemukan, tanpa memerlukan keahlian khusus. Dengan demikian, siapa pun dapat mencobanya di rumah. Proses produksi susu kedelai melibatkan pengolahan biji kedelai menjadi sari kedelai. Langkah-langkah yang biasanya dilakukan dalam pembuatan susu kedelai meliputi: penyortiran biji kedelai, pencucian, perendaman, penghancuran hingga menjadi bubur, penyaringan untuk memperoleh sari kedelai, dan diakhiri dengan pemanasan (Ulfiana & Has, 2019).

Produksi susu kedelai pada dasarnya melibatkan pengolahan biji kedelai untuk mengekstrak sarinya. Proses pembuatan susu kedelai terdiri dari beberapa langkah: pertama, penyortiran untuk memilih biji kedelai berkualitas tinggi, diikuti dengan pencucian untuk menghilangkan kotoran yang menempel. Setelah itu, kedelai yang telah dicuci direndam untuk mempermudah dan mempercepat pelepasan kulit ari. Selanjutnya, kedelai dihancurkan bersama air, dan sarinya diekstrak. Proses ini diakhiri dengan pemanasan untuk membunuh semua

organisme patogen serta mikroorganisme lainnya, sehingga rasa dan komposisi susu kedelai tetap terjaga (Molita, 2017).

3. Kandungan Minuman Sari Kedelai

Kacang kedelai dikenal memiliki kandungan asam amino yang paling lengkap, dan produk olahan susu kedelai pun memiliki komposisi asam amino yang mirip dengan susu sapi. Susu kedelai mengandung semua delapan jenis asam amino esensial, yaitu lisin, triptofan, fenilalanin, leusin, isoleusin, treonin, metionin, dan valin. Asam amino esensial ini sangat penting bagi tubuh (Ulfiana & Has, 2019).

Susu kedelai memiliki kandungan protein yang sebanding dengan susu sapi, yaitu sekitar 3,5 g per 100 g. Selain itu, susu kedelai juga bebas laktosa dan mengandung lemak lebih rendah, sebesar 2,5 g per 100 g, sehingga sangat cocok untuk para penggemar diet rendah lemak. Kalsium dan fosfor yang terkandung dalam susu kedelai berperan penting dalam pembentukan tulang dan gigi. Kandungan gizi dalam kedelai adalah 1,5% dari total protein biji kedelai. Untuk kedelai kuning, kadar protein bervariasi antara 31-38%, sementara kadar lemaknya berkisar antara 11-21%. Selain itu, kandungan antosianin pada kulit kedelai dapat mencegah oksidasi kolesterol LDL, yang merupakan salah satu faktor penyebab pembentukan plak dalam pembuluh darah, sehingga berkontribusi pada risiko tekanan darah tinggi dan penyakit jantung koroner (Latifah, 2021).

Tabel 1. Komposisi Susu Kedelai, Susu Sapi Per 100 Gram (Handayani, 2021) :

Komponen	Susu kedelai	Susu sapi
Kalori (Kkal)	41,00	61,00
Protein (gram)	3,50	3,20
Lemak (gram)	2,50	3,50
Karbohidrat (gram)	50,00	4,30
Kalsium (mg)	50,00	143,00
Fosfor (gram)	45,00	60,00
Besi (gram)	0,70	1,70
Vitamin A (SI)	200,00	130,00
Vitamin B (mg)	0,08	0,03
Vitamin C (mg)	2,00	1,00
Air (gram)	87,00	88,33

Susu kedelai merupakan sumber yang kaya akan delapan asam amino esensial, yaitu lisin, triptofan, fenilalanin, leusin, isoleusin,

treonin, metionin, dan valin. Asam amino esensial ini sangat penting bagi tubuh, tetapi tidak dapat diproduksi dalam jumlah yang cukup melalui makanan, sehingga harus diperoleh melalui asupan langsung. Menariknya, protein dalam susu kedelai memiliki komposisi asam amino yang mirip dengan yang terdapat dalam susu sapi. Hal ini menjadikan susu kedelai sebagai alternatif yang baik bagi mereka yang alergi atau tidak toleran terhadap laktosa, serta bagi orang-orang yang tidak menyukai susu sapi (Handayani, 2021).

C. Keamanan Pangan

Pangan merujuk pada segala sesuatu yang dapat diolah dan aman untuk dikonsumsi oleh manusia. Sumber pangan dapat berasal dari berbagai jenis sumber hayati, termasuk pertanian, perkebunan, perikanan, dan peternakan, serta banyak sumber lainnya. Selain dapat diolah menjadi makanan dan minuman, pangan yang melalui proses pengolahan tertentu juga dapat menghasilkan berbagai produk lain, seperti bahan tambahan pangan dan bahan baku pangan (Peraturan Pemerintah RI, 2019).

Keamanan pangan adalah bidang ilmu yang mempelajari teknik dalam menyiapkan, menangani, dan menyimpan makanan atau minuman. Tujuannya adalah untuk melindungi produk tersebut dari berbagai jenis kontaminan, termasuk bahan fisik, biologis, dan kimia. Dengan menerapkan prinsip-prinsip keamanan pangan, kita dapat mencegah terjadinya kontaminasi zat asing pada makanan dan minuman, sehingga mengurangi risiko penyakit yang dapat ditularkan melalui konsumsi makanan (Lestari, 2020). Berdasarkan pada Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan No.13 Tahun 2019 tentang batas maksimal cemaran mikroba dalam pangan olahan minuman sari kedelai (pasteurisasi) sebagai berikut

Tabel 2. Batas Cemaran Bakteri pada Minuman Sari Kedelai Menurut Per BPOM No. 13 Tahun 2019

Parameter uji	N	C	m	M
ALT	5	1	10 ⁴ koloni/ g	10 ⁵ koloni/ g
<i>Salmonella</i>	5	0	Negatif/ 25 g	NA

Keterangan : n : Jumlah sampel yang harus dianalisa ; c : Jumlah sampel hasil analisa dari n yang boleh melampaui m namun tidak boleh melebihi batas maksimal (M) ; m : Batas mikroba yang dapat diterima ; M : Batas maksimal mikroba

D. Angka lempeng Total

1. Pengertian Angka Lempeng Total (ALT)

Metode penetapan Angka Lempeng Total (ALT) merupakan teknik yang digunakan untuk menghitung jumlah bakteri mesofil dalam setiap mililiter atau gram dari sampel makanan yang diuji. Prinsip dasar dari Angka Lempeng Total (ALT) adalah dengan menghitung pertumbuhan koloni bakteri aerob mesofil setelah sampel ditempatkan pada media yang sesuai. Sampel tersebut kemudian dibiarkan selama 24-48 jam pada suhu ruangan antara 35-37 °C. Pengujian dilakukan secara triplo, yaitu tiga kali pengulangan. Setelah proses inkubasi, cawan petri yang menunjukkan jumlah koloni antara 25 hingga 250 koloni dipilih dari salah satu pengenceran. Jumlah rata-rata koloni dari ketiga percobaan tersebut dihitung dan dikalikan dengan faktor pengenceran cawan. Hasil akhirnya dinyatakan sebagai Angka Lempeng Total (ALT) dalam setiap gram sampel (Isworo & Hartini, 2017).

Prinsip pengujian jumlah koloni bakteri mesofil aerob melibatkan inkubasi sampel pada suhu yang tepat. Dalam proses ini, media Plate Count Agar (PCA) digunakan sebagai media padat untuk menghitung jumlah mikroba. Penting untuk dicatat bahwa koloni yang tumbuh pada media tidak selalu berasal dari satu sel mikroba, karena beberapa jenis mikroba cenderung untuk berkelompok atau membentuk rantai. Satu sel bakteri akan menghasilkan satu koloni jika ditumbuhkan dalam kondisi media dan lingkungan yang sesuai. Untuk menghitung jumlah mikroba yang hidup dan dapat menghasilkan satu koloni, istilah Colony Forming Unit (CFU) digunakan. Dalam perhitungan, lempeng agar yang paling optimal adalah yang mengandung antara 25 hingga 250 koloni (Atma, 2016).

2. Media Angka Lempeng Total (ALT)

Metode perhitungan jumlah lempeng total akan menggunakan media PCA (Plate Count Agar), yang merupakan media paling umum digunakan untuk menumbuhkan mikroba di permukaan. Media ini memungkinkan pembentukan koloni yang dapat dilihat, dihitung, dan diisolasi dengan mudah (Febiani, 2022).

Media yang digunakan dalam penelitian ini adalah Plate Count Agar (PCA), sebuah media universal yang berfungsi untuk menghitung jumlah bakteri dalam sampel produk tertentu melalui metode *Total Plate Count* (TPC) atau Angka Lempeng Total (ALT). PCA diformulasikan dengan glukosa dan ekstrak ragi, yang memungkinkan pertumbuhan

semua jenis bakteri. Dalam komposisinya, PCA mengandung nutrisi yang berasal dari trypton, vitamin dari ekstrak ragi, serta glukosa yang bertindak sebagai sumber energi bagi bakteri. Untuk memastikan keakuratan hasil, penelitian ini juga mencakup kontrol media, bertujuan untuk memastikan bahwa media yang digunakan bebas dari kontaminasi mikroorganisme. Dengan demikian, ketika melakukan pengamatan terhadap hasil penelitian, kami dapat memastikan bahwa hasil positif dari cemaran mikroba benar-benar berasal dari sampel yang diuji, bukan dari media atau prosedur pengolahan yang kurang steril (Jamilatun, 2022).

3. Metode Pengujian Angka Lempeng Total (ALT)

Menurut (Indriyati et al., 2021) berbagai metode dapat digunakan dalam pengujian jumlah total koloni mikroba, di antaranya adalah teknik tuang (pour plate) dan teknik sebaran (spread plate).

Teknik tuang (pour plate), sejumlah sampel, baik 1 mL maupun 0,1 mL, yang sebelumnya telah diencerkan, dimasukkan ke dalam cawan petri. Kemudian, 15-20 mL agar cair steril yang telah didinginkan pada suhu 47-50°C ditambahkan. Setelah itu, cawan tersebut digoyangkan untuk memastikan bahwa sampel dapat menyebar secara merata.

Teknik sebaran (spread plate), pada teknik sebaran, langkah pertama adalah menyiapkan agar yang telah diletakkan dalam cawan petri. Selanjutnya, pipet mengambil 0,1 mL sampel yang telah diencerkan dan meneteskan pada permukaan agar. Sampel kemudian diratakan menggunakan batang gelas melengkung yang telah disterilkan, sehingga memastikan distribusi mikroba yang merata pada media.

4. Syarat Koloni yang Dihitung

Syarat yang ditetapkan untuk menghitung koloni adalah (Aprilianti, 2021): Satu koloni dihitung sebagai satu unit. Dua koloni yang bertumpuk dihitung sebagai satu koloni. Beberapa koloni yang saling berhubungan juga dihitung sebagai satu koloni. Dua koloni yang saling berhimpitan namun masih dapat dibedakan dihitung sebagai dua koloni. Koloni yang berukuran terlalu besar (melebihi setengah luas cawan) tidak dihitung. Koloni yang berukuran kurang dari setengah luas cawan dihitung sebagai satu koloni.

5. Cara Menghitung dan Menyatakan Hasil Angka Lempeng Total (ALT)

Sampel sari kedelai dilakukan perhitungan ALT dengan cara dipilih cawan petri (simplo dan duplo) dari satu pengenceran yang menunjukkan jumlah koloni antara 25 - 250 setiap cawan. Semua koloni

dihitung dalam cawan petri dengan menggunakan alat penghitung koloni (*colony counter*). Dihitung rata-rata jumlah koloni dan dikalikan dengan faktor pengenceran. Hasil dinyatakan sebagai jumlah bakteri per ml atau gram. Jika salah satu dari dua cawan petri terdapat jumlah koloni lebih kecil dari 25 atau lebih besar dari 250, dihitung rata-rata jumlah koloni, dikalikan dengan faktor pengenceran dan dinyatakan hasilnya sebagai jumlah bakteri per ml atau gram. Jika hasil dari dua pengenceran jumlahnya berturut-turut terletak antara 25 - 250 koloni, dihitung jumlah koloni dari masing-masing pengenceran, dan dihitung rata-rata jumlah koloni dari kedua pengenceran tersebut. Jika jumlah tertinggi lebih besar dari dua kali jumlah yang terkecil, jumlah yang lebih kecil dinyatakan sebagai jumlah bakteri per ml atau gram. Jika rata-rata jumlah koloni masing-masing cawan petri tidak terletak antara 25 dan 250 koloni, dihitung jumlah koloni dan dinyatakan sebagai jumlah bakteri perkiraan per ml atau gram.

E. Bakteri *Salmonella*

1. Deskripsi Bakteri *Salmonella* sp.

Bakteri dari genus *Salmonella* sp. dikenal sebagai penyebab infeksi. Ketika terlanjur tertelan dan masuk ke dalam tubuh, bakteri ini dapat memicu gejala yang dikenal dengan sebutan *Salmonellosis*. Beberapa jenis *Salmonella* sp. dapat mengakibatkan berbagai gejala penyakit, seperti demam usus yang disebabkan oleh *Salmonella typhi* dan *Salmonella paratyphi*, yang masing-masing dapat menimbulkan tifoid dan paratifoid. Kedua jenis bakteri ini merupakan salah satu penyebab utama penyakit yang ditularkan melalui makanan dan minuman, memengaruhi masyarakat di seluruh dunia (Lestari, 2020).

Salmonella sp. merupakan penyebab utama penyakit yang ditularkan melalui makanan, atau dikenal sebagai penyakit berbasis makanan (*foodborne disease*). Umumnya, *Serotype Salmonella* dapat menimbulkan gangguan pada sistem pencernaan. Kondisi ini dikenal dengan istilah *Salmonellosis*, yang mengacu pada infeksi yang disebabkan oleh bakteri *Salmonella* sp. Gejala yang sering dialami oleh penderitanya meliputi diare, mual, muntah, kram perut, dan demam, yang dapat muncul dalam rentang waktu 8 hingga 72 jam setelah mengonsumsi makanan yang terkontaminasi oleh *Salmonella* sp. (Martanda, 2019).

Salmonella sp. adalah patogen Zoonosis yang termasuk dalam keluarga *Enterobacteriaceae*, yang terdiri dari bakteri Gram negatif. Menurut laporan dari Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) pada tahun 2014, *Salmonella sp.* merupakan salah satu genus bakteri utama penyebab penyakit bawaan makanan di seluruh dunia (Darmayani *et al.*, 2017).

2. Morfologi dan Taksonomi *Salmonella sp.*

Salmonella sp. adalah bakteri gram negatif berbentuk batang yang tidak memiliki spora, simbio, atau fimbria, dan dilengkapi dengan flagel peritrik. Ukurannya berkisar antara 1-3,5 μm x 0,5-0,8 μm , dan koloni yang terbentuk dalam media perbenihan memiliki ukuran rata-rata sebesar 2-4 mm. Bakteri ini dapat tumbuh dalam kondisi aerobik maupun anaerobik fakultatif, dengan rentang suhu yang optimal antara 15 hingga 41°C dan suhu pertumbuhan ideal di 37,5°C, serta pH media antara 6 hingga 8. *Salmonella sp.* menunjukkan gerak positif dan dapat berkembang dengan cepat dalam media perbenihan. Selain itu, bakteri ini tidak dapat memfermentasi laktosa dan sukrosa, tetapi umumnya menghasilkan gas dari glukosa, maltosa, manitol, dan dekstrin. Adapun Taksonomim bakteri *Salmonella sp.* menurut (Andari & Yudhayanti, 2022) yaitu:

Kingdom	: Bacteria
Phylum	: Probacteria
Class	: Gamma probacteria
Ordo	: Enterobacteriales
Family	: Enterobacteriaceae
Genus	: <i>Salmonella</i>
Spesies	: <i>Salmonella sp.</i>



Gambar 2. Bakteri *Salmonella sp.* (Talaro KP, 2012)

Bakteri *Salmonella sp.* dapat tumbuh dalam kondisi aerobik maupun anaerobik fakultatif, dengan kisaran suhu antara 15 hingga 41 °C, di mana suhu optimal untuk pertumbuhannya adalah 37,5 °C. pH

yang mendukung pertumbuhan bakteri ini berada pada rentang 6 hingga 8. *Salmonella* sp. dikenal sebagai patogen penyebab berbagai penyakit pada manusia dan hewan, termasuk tifoid, paratifoid, dan *salmonellosis*. Dalam morfologinya, bakteri ini berbentuk batang dengan ukuran panjang antara 1 hingga 3 μm dan lebar 0,5 hingga 0,7 μm . Sebagian besar dari mereka memiliki kemampuan bergerak berkat adanya flagela peritrik. Selain itu, bakteri ini bersifat gram negatif dan tidak membentuk spora (Miyanti, 2016).

3. Patogenesis *Salmonella* sp.

Salmonellosis, yang disebabkan oleh bakteri *Salmonella* sp. , dapat dibagi menjadi dua kategori utama: tipe tifoid dan non-tifoid. Tipe tifoid, yang biasanya disebabkan oleh *Salmonella typhi*, menginfeksi usus dan sering kali disertai dengan gejala seperti diare, demam, dan kram perut yang berlangsung selama satu minggu atau lebih. Sementara itu, jenis non-tifoid dapat menyebabkan berbagai masalah kesehatan lainnya seperti bakteremia, infeksi saluran kemih, dan osteomielitis. *Salmonellosis* dapat menyerang individu dari segala usia, namun insiden tertingginya terjadi pada bayi dan anak-anak. Kebanyakan *Salmonella* sp. bersifat patogen bagi hewan, menjadikannya sebagai reservoir infeksi bagi manusia.

Gastroenteritis, penyakit ini disebabkan oleh *Salmonella enterica* dan dapat ditularkan dari hewan ke manusia melalui makanan. Proses infeksi dimulai ketika *Salmonella* melekat pada sel epitel usus halus, yang menyebabkan kerusakan pada sel inang dan mendorong terjadinya endositosis bakteri. Bakteri yang berhasil masuk akan berproliferasi dan memicu respons inflamasi, yang mengakibatkan apoptosis. Kombinasi dari respons inflamasi, apoptosis, dan pelepasan toksin oleh bakteri menjadi penyebab utama terjadinya diare.

Demam Enterik (Demam Tifoid), demam enterik disebabkan oleh *Salmonella typhi*, yang umumnya ditransmisikan antar manusia. Penyakit ini lebih sering terjadi di daerah tropis dan subtropis. Setelah organisme ini masuk ke dalam tubuh, gejala demam tifoid biasanya muncul dalam waktu 9–14 hari. Bakteri ini dapat menghambat metabolisme oksidatif sambil terus berkembang biak, dan dapat bertahan hidup dalam aliran darah, memicu demam pada penderita. Gejala lain yang dapat muncul termasuk rasa tidak enak badan, kehilangan nafsu makan, sakit kepala (terutama di bagian depan), sembelit, serta ruam bintik-bintik merah. Pada tahap lanjut, dapat terjadi kerusakan pada hati dan limpa.

Bakteremia akibat *Salmonella* non-tifoid dapat terjadi tanpa adanya lesi fokal ekstrak intestinal seperti di paru-paru, tulang, atau meninges. Gejala utama dari penyakit ini meliputi demam yang berkepanjangan dan bakteremia yang bersifat intermiten. Serotipe yang sering terkait dengan kondisi ini adalah serotipe Typhimurium,

Paratyphi, dan Choleraesuis. Infeksi *Salmonella* sp. jenis ini biasanya dikelompokkan menjadi dua kategori yaitu pada anak-anak, yang mengalami demam, gastroenteritis, dan episod bakteremia singkat dan pada orang dewasa, yang dapat mengalami bakteremia transien bersamaan dengan gastroenteritis atau gejala menuju septikemia, tanpa gastroenteritis. Gejala tambahan dapat mencakup gangguan pada hati (Halbi, 2023).

F. Pengujian *Salmonella* sp.

Beberapa makanan dapat merupakan pembawa *Salmonella* oleh karena makanan tersebut tercemar kuman *Salmonella*. Bahkan telur dilaporkan mempunyai insiden yang tinggi sebagai bahan pangan yang tercemar *Salmonella*.

Sifat *Salmonella* adalah bebentuk batang, tanpa spora, flagela peritrik, (pengecualian pada *Salmonella pullorum* dan *Salmonella gallinarum*, mereka tanpa flagela), termasuk gram negatif. Dapat tumbuh di media biasa dan tidak mengadakan fermentasi laktosa, sukrosa, salicin, dan dapat mengadakan fermentasi glukosa, maltosa, mannitol, dan dextrin. Tahan terhadap air beku, brilliant green, sodium desoxycholate.

Dikenal ada beberapa tahap untuk pemeriksaan *Salmonella* yaitu tahap penyehatan bakteri, tahap penanaman pada media penyubur selektif, dan tahap isolasi. Tahap penyehatan bakteri perlu dilakukan karena mengingat untuk pemeriksaan makanan awetan dimana jumlah *Salmonella* sangat kecil dan pertumbuhannya tertekan oleh suasana lingkungan yang tidak menguntungkan, maka sebelum tahap isolasi perlu dilakukan penyehatan sel *Salmonella* sp. Biasanya 25 gr bahan ditanam pada 225 mL air *pepton buffer* 1% dan dieramkan pada suhu 37°C 24 jam. Hasil positif ditandai dengan adanya keruhan pada media.

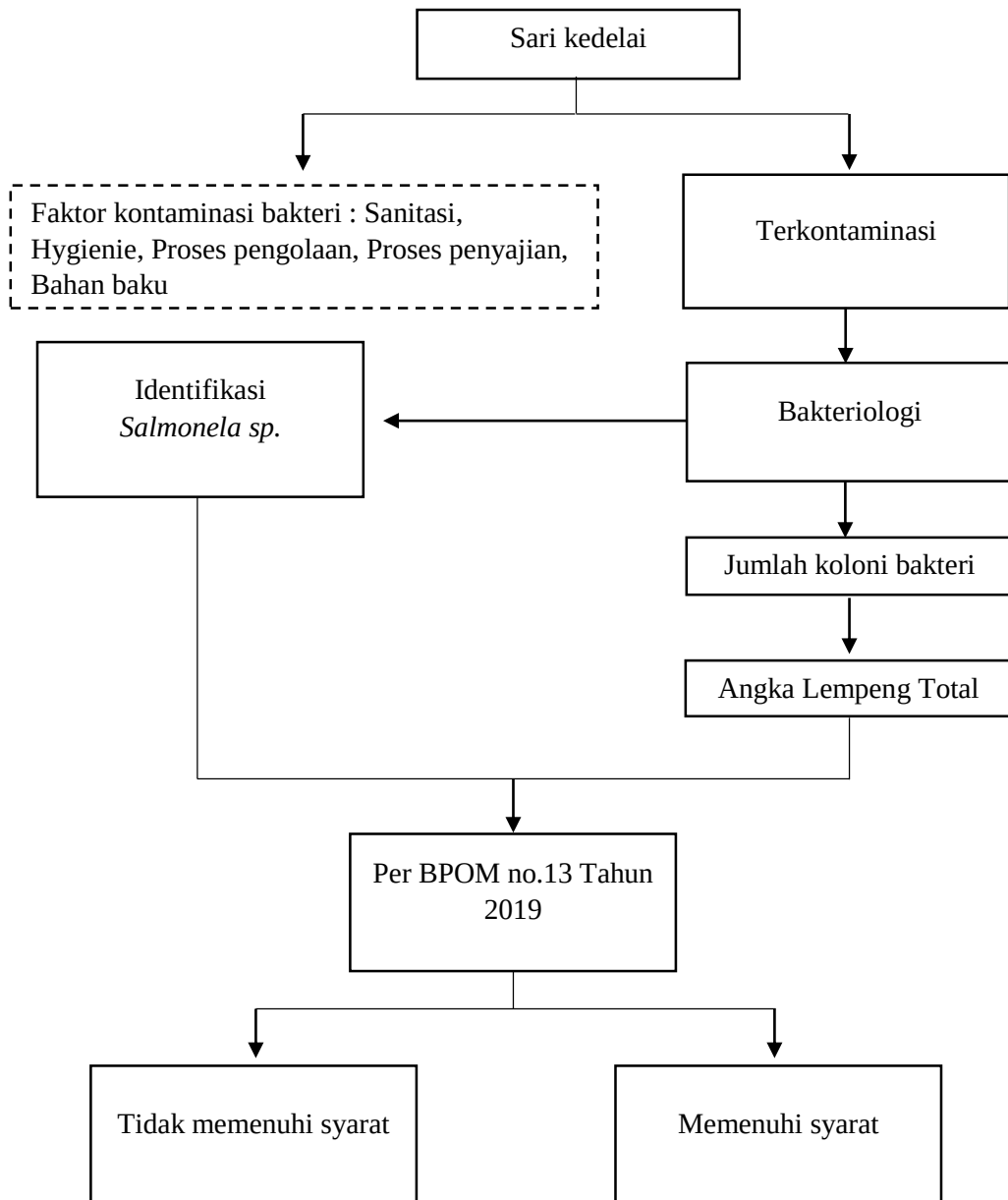
Tahap penanaman pada media penyubur selektif. Bertujuan untuk mengurangi atau membunuh kuman selain *Salmonella* sp. yang terdapat pada bahan pemeriksaan dengan 1 bagian larutan sampel yang telah mengalami tahap penyehatan ditanam pada media air *Selenite Cysterin Borth*. Diinkubasikan 37°C 24 jam hasil positif ditandai dengan adanya keruhan pada media *Selenite Cysterin Borth* dan perubahan warna media *Selenite Cysterin Borth* yang awalnya kuning menjadi orange kemudian dilanjutkan ke tahap isolasi.

Tahap Isolasi yaitu untuk isolasi bakteri yang diduga *Salmonella* sp. dianjurkan menggunakan 3 macam media selektif yang mempunyai derajat selektifitas berbeda. Media selektif untuk *Salmonella* dikenal ada 3 kelompok. Kelompok 1. Mempunyai deferensiasi dan selektifitas Termasuk dalam golongan ini adalah media *McConkey Agar* (MCA), *Eosin methylene Blue* (EMB), Deoxycholat agar. Kelompok 2. Mempunyai derajat deferensiasi dan selektifitas sedang Termasuk

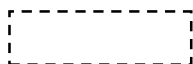
golongan ini adalah *Salmonella Shigella* agar (SS-agar), *Deoxycholate Citrat Lactose Sucrose Agar* (DCLS-agar) *Xylose-Lysine Deoxycholate-Agar* (XLD-Agar. Kelompok 3, Mempunyai selektifitas tinggi Termasuk disini Bismuth-Sulfit agar, Brilliant Green Agar. Koloni yang dicurigai tumbuh pada media selektif dilakukan uji untuk melihat kemampuan *Salmonella* bereaksi terhadap media tertentu.

Hasil koloni kemudian dilakukan uji pewarnaan gram. Bakteri Gram positif memiliki dinding sel yang tebal dan membran sel satu lapis, sedangkan bakteri Gram negatif mempunyai dinding sel tipis yang berada diantara dua lapis membran sel. Dan dilanjutkan uji biokimia yaitu penanaman koloni pada media-media indikasi (misalnya LIA, KIA, SIM, Citrat). Sesudah diinkubasikan 37°C selama 18-24 jam, hasilnya dicocokkan tabel uji biokimia. Uji biokimia dilakukan untuk menganalisis karakteristik bakteri melalui serangkaian reaksi biokimia. Salah satu uji yang umum dilakukan adalah uji TSIA (*Triple Sugar Iron Agar*), yang digunakan untuk mengidentifikasi bakteri gram negatif berbentuk batang. Uji ini membantu menentukan kemampuan bakteri dalam memfermentasi glukosa, sukrosa, dan laktosa. Selain itu, terdapat juga uji SIM (*Sulfur, Indol, Motility*) yang bertujuan untuk mengevaluasi pergerakan bakteri, produksi indol, serta pembentukan gas H₂S. Uji lainnya, yaitu uji *Simon Citrate* (SCA), digunakan untuk menentukan apakah bakteri dapat memanfaatkan sitrat sebagai sumber karbon (Apriyanti *et al.*, 2022).

G. Kerangka Konsep



Keterangan:



: Variabel yang tidak diteliti



: Variabel yang diteliti

Gambar 3. Kerangka Konsep

H. Landasan Teori

Susu kedelai adalah salah satu produk olahan yang dihasilkan melalui ekstraksi dari kedelai. Minuman ini dikenal kaya akan gizi, terutama karena kandungan proteinnya yang melimpah. Menariknya, protein dalam susu kedelai memiliki komposisi asam amino yang hampir setara dengan susu sapi. Hal ini menjadikan susu kedelai sebagai alternatif yang ideal bagi mereka yang alergi terhadap protein hewani. Selain itu, susu kedelai juga kaya akan lemak, karbohidrat, kalsium, fosfor, zat besi, provitamin A, vitamin B kompleks, dan tentunya air (Erfandi *et al.*, 2018).

Dengan nilai gizi yang tinggi, susu kedelai sangat dianjurkan untuk dikonsumsi. Selain kaya akan kandungan gizi, susu kedelai juga berfungsi sebagai media yang ideal untuk pertumbuhan berbagai jenis mikroorganisme, baik yang bermanfaat maupun yang dapat berpotensi merugikan kesehatan manusia (Safrida *et al.*, 2019).

Pengolahan susu kedelai dilakukan di tingkat rumah tangga dengan modal yang terbatas, pengetahuan tentang higiene dan sanitasi yang minim, serta proses pengolahan yang masih manual. Hal ini meningkatkan risiko terjadinya kontaminasi bakteri patogen. Sumber-sumber kontaminasi tersebut dapat berasal dari berbagai aspek, seperti bahan baku, bahan tambahan, kemasan, peralatan, lingkungan, serta pekerja. Kontaminasi dalam susu kedelai ini dapat mengancam kesehatan, berpotensi menyebabkan infeksi oportunistik, dan mengakibatkan penyakit diare (Safrida *et al.*, 2019).

Hasil penelitian yang dilakukan oleh (Aria Suzanni *et al.*, 2018) diantara 3 sampel yang diteliti melebihi batas cemaran mikroba dengan jumlah $1,1 \times 10^6$ koloni/mL ; 4×10^6 koloni/mL dan 6×10^6 koloni/mL. permasalahan tersebut perlu dilakukan uji cemaran mikroba pada produk susu kedelai tanpa merk yang dijual di Pasar Karesidenan Surakarta berdasarkan BPOM Nomor 13. Tahun 2019 tentang batasan maksimal cemaran mikroba yang diperbolehkan yaitu Angka Lempeng total (ALT) 10^4 koloni/gram dan *Salmonella* negatif/25 gram (BPOM, 2019).

Maka dari itu, perlu dilakukan uji cemaran mikroba pada susu kedelai tanpa merk yang dijual di Pasar Karesidenan Surakarta untuk mengetahui apakah susu kedelai tersebut memenuhi persyaratan dari Peraturan Badan Pengawas Obat dan makanan Nomor 13. Tahun 2019 tentang batasan maksimal cemaran mikroba dalam pangan olahan.

Bakteri dari genus *Salmonella* sp. dikenal sebagai penyebab infeksi. Ketika terlanjur tertelan dan masuk ke dalam tubuh, bakteri ini dapat memicu gejala yang dikenal dengan sebutan salmonellosis. Beberapa jenis *Salmonella* sp. dapat mengakibatkan berbagai gejala penyakit, seperti demam usus yang disebabkan oleh *Salmonella typhi* dan *Salmonella paratyphi*, yang masing-masing dapat menimbulkan tifoid dan paratifoid. Kedua jenis bakteri ini merupakan salah satu

penyebab utama penyakit yang ditularkan melalui makanan dan minuman, memengaruhi masyarakat di seluruh dunia (Lestari, 2020).

Pada tahun 2018, Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) melaporkan bahwa infeksi *Salmonella sp.* menyebabkan demam tifoid pada 11 hingga 20 juta orang di seluruh dunia, dengan 128.000 hingga 161.000 di antaranya meninggal. Situasi ini menjadi masalah kesehatan masyarakat yang serius, terutama di negara-negara berkembang seperti yang terdapat di Afrika, Amerika, Asia, dan Pasifik. Di Indonesia, salmonellosis bersifat endemik dan terjadi di hampir semua kota besar. Diperkirakan, kasus salmonellosis berkisar antara 60.000 hingga 1.300.000 setiap tahun, dengan sedikitnya 20.000 kematian dicatat setiap tahunnya (Rizki *et al.*, 2022).

I. Hipotesis

Pertama, minuman sari kedelai tanpa merk yang dijual di Pasar Karesidenan Surakarta diduga melebihi ambang batas nilai Angka Lempeng Total (ALT) dan cemaran *Salmonella sp.* sehingga tidak memenuhi persyaratan Per BPOM no.13 Tahun 2019 tentang batasan maksimal cemaran mikroba dalam pangan olahan

Kedua, minuman sari kedelai tanpa merk yang dijual di Pasar Karesidenan Surakarta tidak melebihi nilai Angka Lempeng total (ALT) dan tidak terdapat cemaran bakteri *Salmonella sp.* sehingga memenuhi persyaratan Per BPOM no.13 Tahun 2019 tentang batasan maksimal cemaran mikroba dalam pangan olahan sehingga masih aman untuk dikonsumsi.