

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Susu merupakan produk yang dihasilkan oleh kelenjar susu mamalia (Hajirostamloo, 2009). Namun, saat ini definisi susu sudah berkembang ke arah yang lebih luas. Telah banyak produk-produk susu yang berasal dari tumbuhan (*plant-based milk*), salah satu yang cukup dikenal adalah susu kedelai. Susu kedelai merupakan cairan yang dihasilkan dari proses penghancuran bahan tanaman (sereal dan kacang-kacangan) yang diekstraksi dalam air dan dihomogenisasi lebih lanjut, untuk menghasilkan ukuran partikel sekitar 5–20 μm yang mirip seperti konsistensi dari susu sapi. Susu kedelai sering dikonsumsi oleh orang-orang yang alergi terhadap protein dan laktosa dalam susu sapi, serta para vegetarian (Sethi *et al.*, 2016). Namun, sekalipun memiliki kandungan kolesterol, asam lemak jenuh, protein, karbohidrat, laktosa, dan kalori yang lebih rendah dibanding susu sapi; susu kedelai juga memiliki nilai nutrisi yang baik untuk kesehatan. Sebab, susu kedelai kaya akan mineral (kalsium, kalium, magnesium, besi, seng, tembaga), mengandung asam lemak esensial (omega-3, omega-6), serta serat yang tidak dimiliki oleh susu sapi. Kedua jenis susu ini juga memiliki susunan asam amino esensial yang mirip, hanya saja susu kedelai tidak mengandung asam amino metionin, sistin, dan sistein. Sehingga susu kedelai dinilai sangat cocok diproduksi secara luas untuk dijadikan alternatif pengganti susu sapi (Kundu *et al.*, 2018; Hajirostamloo, 2009).

Ada beberapa laporan keracunan susu kedelai di Indonesia yang dihimpun dari beberapa media massa online, yang seluruhnya dialami oleh siswa SD. Sekitar 50 siswa SDN Banyuanyar 2 di Surakarta (Anonim, 2009), 72 siswa MI Dusun Bukur di Kediri (Anonim, 2009), 28 siswa MI Ma'arif Cisumur dan 17 siswa SD Pagubugan 1 di Cilacap (Andriyanto, 2017; Adi, 2014), 17 siswa SD di Kecamatan Melyana, Bali (Sudika, 2018), 15 siswa SDN 08 di Kabupaten Lahat (Amin, 2016), mengalami keracunan usai mengonsumsi susu kedelai. Susu kedelai yang dibeli para siswa berasal dari produksi rumah tangga dan dijual oleh penjual keliling di depan sekolah. Rata-rata gejala yang dialami setelah mengonsumsi susu tersebut ialah pusing, mual, sakit perut, dan muntah-muntah. Menurut informasi yang ada, penyebab keracunan susu kedelai

akibat susu yang sudah kadaluarsa dan ada produsen yang tidak memiliki izin edar. Hal ini dibuktikan dengan data BPOM pada tahun 2019, pangan yang paling banyak menjadi penyebab Kejadian Luar Biasa (KLB) keracunan pangan berasal dari industri rumah tangga (IRT) yang tidak terdaftar sekitar 40% dan pangan jajanan sekitar 16% (BPOM, 2020). Dugaan kasus keracunan pangan yang terjadi akibat suhu dan tempat penyimpanan produk pangan yang kurang tepat, adanya kontaminasi dari bakteri patogen (agen penyebab tertinggi), serta lamanya jeda waktu dari pengolahan hingga penyajian (BPOM, 2017). *Case fatality rate* (CFR) dari Kejadian Luar Biasa (KLB) diare pada tahun 2018 sebesar 4,76%, persentase ini meningkat dibanding tahun sebelumnya yang hanya 1,97% (Kemenkes RI, 2019).

Berdasarkan data dari Direktorat Kesehatan Lingkungan Kemenkes RI (2015), per Agustus 2020 dari total 171.066 Tempat Pengelolaan Makanan (TPM) yang terdaftar, ada 68.152 TPM yang telah memenuhi syarat kesehatan, namun hanya 2.553 TPM yang telah tersertifikasi Higiene Sanitasi Pangan (HSP) yang berarti sekitar 1,49% dari total TPM di Indonesia. Sertifikat HSP yang dikeluarkan oleh Dinas Kesehatan setempat untuk TPM ini penting dalam rangka menjamin penyediaan pangan yang aman untuk mencegah terjadinya keracunan pangan (Kemenkes RI, 2018). Data ini didukung pula oleh Murtiningtyas (2016) yang melaporkan 2 dari 10 sampel susu kedelai yang dijual di Kota Surakarta mengandung jumlah koliform 23 APM/ml dan 2400 APM/ml. Penelitian Molita *et al.*, (2019) menemukan bahwa 4 dari 12 sampel susu kedelai tidak berlabel di Lampung terkontaminasi bakteri *Klebsiella pneumoniae* dan *Pseudomonas aeruginosa*, sedangkan susu kedelai yang berlabel tidak terdeteksi adanya cemaran koliform. Safrida *et al.*, (2019) menemukan keenam sampel susu kedelai tidak berlabel yang diuji, menunjukkan nilai Angka Lempeng Total (ALT) yang tidak memenuhi syarat SNI Susu Kedelai (5×10^4 koloni/ml). Keenam sampel tersebut menunjukkan nilai ALT sebesar 23×10^6 (koloni/ml), 49×10^6 (koloni/ml), 86×10^6 (koloni/ml), $2,8 \times 10^6$ (koloni/ml), 26×10^6 (koloni/ml), dan 50×10^5 (koloni/ml). Berdasarkan beberapa penelitian dan data-data yang bersumber dari lembaga pemerintah, menunjukkan bahwa beberapa produsen susu kedelai skala rumah tangga di Indonesia kurang memperhatikan sanitasi dan higienitas dalam proses produksinya. Pengolahan produk pangan yang tidak sesuai dengan standar dan pedoman Cara Produksi Pangan yang Baik untuk Industri

Rumah Tangga (CPPB-IRT) dapat menyebabkan bahaya keamanan pangan akibat tingginya cemaran mikrobiologis (BPOM, 2012).

Berdasarkan pemaparan beberapa kasus keracunan susu kedelai dan penelitian-penelitian tentang cemaran mikroorganisme pada susu kedelai, maka perlu dilakukan kajian pustaka untuk mengulas kualitas mikrobiologi susu kedelai yang beredar di pasaran Indonesia dari aspek keamanan pangannya.

1.2. Publikasi *Review* Terdahulu

Review tentang topik terkait cemaran mikrobiologi pada berbagai produk pangan telah banyak dipublikasikan. Beberapa jurnal mengulas tentang masalah keamanan pangan (cemaran mikroba dan cemaran kimia) yang beredar di pasar makanan beserta risiko kesehatannya (Igiehon *et al.*, 2020; Gizaw, 2019), cemaran mikroba pada makanan jalanan di India dan penyakit yang ditimbulkan (Yeleliere *et al.*, 2017; Vemula *et al.*, 2010), serta cemaran mikroorganisme pada susu dan kasus penyakit yang ditimbulkan (Adugna, 2015; Verraes *et al.*, 2014; Gustiani, 2009). Sebagian besar jurnal *review* yang ada, fokus membahas cemaran mikroba pada produk pangan tertentu di suatu negara dan juga secara global.

Tabel 1. Publikasi *Review* Terdahulu tentang Kualitas Mikrobiologi Produk Pangan

No	Jurnal <i>Review</i>	Aspek yang Diulas	Referensi
1.	A Review on the Consumption of Vended Fruits: Microbial Assessment, Risk, and its Control	<ul style="list-style-type: none"> • Pengujian Mikroba pada jajanan buah di pinggir jalan (total mikroba, jenis mikroba, dan penyakit yang ditimbulkan) • Peningkatan kualitas jajanan buah pinggir jalan 	Igiehon <i>et al.</i> , 2020

2. Public Health Risks Related to Food Safety Issues in the Food Market: A Systematic Literature Review	Mengidentifikasi risiko kesehatan masyarakat yang umum terkait dengan masalah keamanan pangan di pasar makanan (cemaran mikroba, cemaran kimia, pemalsuan pangan, penyalahgunaan BTP, kesalahan pelabelan, GMF)	Gizaw <i>et al.</i> , 2019
3. Review of microbial food contamination and food hygiene in selected capital cities of Ghana	<ul style="list-style-type: none"> • Makanan jalanan di Ghana yang umum ditemukan • Kasus keracunan pangan yang dilaporkan • Kasus penyakit terkait mikroba yang dilaporkan di Ghana 	Yeleliere <i>et al.</i> , 2017
4. A Review of the Microbiological Hazards of Raw Milk from Animal Species Other than Cows	<ul style="list-style-type: none"> • Jumlah total bakteri pada susu mentah dari beberapa spesies hewan yang menunjukkan kualitas susu • Frekuensi keberadaan beberapa mikroorganisme patogen • Kasus penyakit dan wabah pada manusia karena konsumsi susu mentah dari non spesies sapi-tercakup. 	Verraes <i>et al.</i> , 2014
5. A Review on Microbiological Quality of Ethiopian Raw Bovine Milk	<ul style="list-style-type: none"> • Jumlah mikroba pada susu sapi mentah • Jenis mikroba yang ditemukan dalam sampel susu sapi 	Adugna & Asresie, 2015
6. Foodborne diseases in India - A Review	<ul style="list-style-type: none"> • Penyakit bawaan makanan akibat pemalsuan, cemaran kimia, cemaran mikroba • Jumlah dan jenis patogen bawaan makanan yang sering ditemukan mengontaminasi makanan India 	Vemula <i>et al.</i> , 2012
7. Pengendalian Cemaran Mikroba pada Bahan Pangan Asal Ternak (daging dan susu) Mulai dari Peternakan sampai Dihidangkan	<ul style="list-style-type: none"> • Mengulas cemaran mikroba pada bahan pangan asal ternak khususnya daging dan susu • Penyakit yang ditimbulkan Strategi pengendaliannya 	Gustiani, 2009

1.3. Tinjauan Pustaka

1.3.1. Susu Kedelai

Secara umum susu kedelai diproduksi melalui beberapa tahapan, diantaranya pembersihan kacang kedelai, perendaman, penghalusan, pemanasan, dan penyaringan (pemisahan dari ampas kedelai) (Hui & Evranuz, 2012). Menurut Stanley *et al.*, (2014), kondisi pengolahan dan penyimpanan dapat mempengaruhi keberadaan mikroorganisme pembusuk dalam susu kedelai, yang kemudian dapat menimbulkan efek buruk pada produk pangan maupun kesehatan manusia. Susu kedelai yang diolah tanpa penambahan pengawet makanan mampu bertahan hingga dua hari pada suhu ruang (27°C). Sedangkan, susu kedelai yang disimpan di suhu kulkas (4°C) dapat bertahan hingga empat hari sebelum membusuk. Namun, jika menggunakan bahan pengawet, umur simpannya dapat lebih lama dari 14 sampai 17 hari pada suhu 4°C dalam lemari es (Deepika *et al.*, 2017; Stanley *et al.*, 2014).

Susu kedelai mengandung fitosterol, saponin, asam fitat, lesitin, dan asam lemak omega-3 yang dapat bermanfaat untuk mencegah penyakit jantung, kanker, dan osteoporosis (Omoni & Aluko, 2005). Beberapa manfaat susu kedelai yang ditemukan, diantaranya terbukti mampu menurunkan kadar glukosa penderita DM tipe 2, menurunkan kadar kolesterol, meningkatkan produksi ASI, meringankan gejala PMS, serta sebagai antioksidan yang mampu menangkap radikal bebas (Puspitasari, 2018; Trinovelda & Marita, 2018; Febriyanto & Prihatin, 2016; Fitranti & Marthandaru, 2016; Astuti, 2008).

1.3.2. Bakteri dan Kapang

Suter dalam Arini (2017) menjelaskan bahwa bakteri perusak merupakan bakteri yang merusak bahan pangan dengan cara menghidrolisis atau memecah makromolekul penyusun bahan tersebut menjadi fraksi-fraksi yang lebih kecil. Susu kedelai yang mengalami kerusakan oleh bakteri akan mengalami kekeruhan, tekstur mengental/menggumpal (pemisahan fase) karena adanya pembentukan lendir, rasa

menjadi asam (pH menurun), dan adanya bau tidak sedap (Arini, 2017; Stanley *et al.*, 2014). Sedangkan, bakteri patogen adalah bakteri yang dapat menyebabkan penyakit, apabila manusia mengkonsumsi produk pangan yang terkontaminasi oleh bakteri patogen maupun toksin yang dihasilkan (Gaman & Sherrington, 1994). Menurut Stanley *et al.*, (2014), susu kedelai yang diproduksi oleh industri rumah tangga biasanya dalam kondisi tidak higienis, sehingga rentan terkontaminasi mikroflora dari bahan mentah maupun peralatan. Beberapa bakteri yang diisolasi dari susu kedelai, yaitu *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus spp*, dan *Lactobacillus spp*.

Kapang merupakan kelompok fungi berfilamen yang terlibat dalam pembusukan makanan, fermentasi makanan, serta produksi mikotoksin oleh spesies tertentu (Blackburn, 2006). Pertumbuhan kapang pada produk pangan terjadi ketika spora matang, berkecambah dan mulai terbentuk miselium. Makanan terkontaminasi oleh kapang dapat mengalami perubahan warna, berbau apek, teksturnya lebih lunak, lengket dan berlendir (Modi, 2009). Beberapa genus kapang yang umum ditemukan tumbuh pada kacang kedelai yang disimpan di wilayah Indonesia, Thailand, dan Filipina, diantaranya *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Eurotium*, *Penicillium*, dan *Fusarium* (Pitt & Hocking, 2009). Tiga diantaranya, yakni *Aspergillus*, *Penicillium*, dan *Fusarium* umum dikenal sebagai kapang penghasil mikotoksin. Menurut Wahhab & Kholif (2008), mikotoksin yang berbahaya dapat berada dalam rantai makanan yang akhirnya dapat masuk ke tubuh manusia dan hewan, karena adanya faktor biologi, faktor lingkungan, kondisi pemanenan, kondisi penyimpanan, dan proses distribusi. Faktor biologi, seperti tanaman yang rentan dan keberadaan kapang penghasil mikotoksin. Faktor lingkungan, seperti suhu, kelembaban, kerusakan mekanis, kerusakan karena serangga/burung, dan pertumbuhan jamur. Kondisi pemanenan dan penyimpanan dari tanaman yang siap dipanen, suhu, serta kelembabannya.

Secara umum, faktor yang mendukung pertumbuhan mikroba (bakteri dan kapang) pada bahan pangan, diantaranya faktor internal seperti nutrisi, pH (3.5-8.0), dan aktivitas air (a_w) 0.6-0.9; faktor lingkungan, seperti kelembaban relatif dan suhu (\pm 30-35°C); serta faktor pengolahan, seperti proses pencucian, pengemasan, dan pasteurisasi (Adams & Moss, 2008). Ketika faktor-faktor ini tersedia dan mendukung pertumbuhan

mikroorganisme, maka dengan cepat mikroorganisme tersebut akan memperbanyak diri. Penelitian yang dilakukan oleh Ozoh & Ibekwe (2019), membuktikan penggunaan bahan pengawet dan suhu dingin dapat memperpanjang umur simpan susu kedelai, karena mampu menghambat pertumbuhan mikroorganisme. Susu kedelai yang disimpan di suhu ruang (27°C), pada hari ketiga telah ditemukan pertumbuhan bakteri dan kapang. Sedangkan, susu kedelai yang disimpan di dalam lemari pendingin dan yang menggunakan pengawet asam benzoat, mulai menunjukkan pertumbuhan bakteri dan kapang pada hari ketujuh. Temuan jenis bakteri yang mengkontaminasi susu kedelai, diantaranya *Escherichia coli*, *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Klebsiella*, *Bacillus*, *Salmonella*, dan *Pseudomonas* sp. Sedangkan jenis kapang yang ditemukan berasal dari genus *Aspergillus*, *Candida*, *Rhizopus*, *Penicillium* sp, dan *Saccharomyces cerevisiae*.

1.3.3. Standar Kualitas Mikrobiologi Susu Kedelai

Keamanan pangan merupakan serangkaian cara yang dilakukan untuk menyediakan produk pangan yang aman bagi kesehatan konsumen, yang memberikan dampak dalam jangka pendek maupun jangka waktu yang panjang (Pudjirahaju, 2018). Jika aspek keamanan pangan diabaikan, dapat menimbulkan bahaya keracunan makanan bagi konsumen. Keracunan pangan merupakan peristiwa dimana seseorang menderita sakit yang ditandai gejala keracunan akibat mengkonsumsi produk pangan yang diduga mengandung cemaran kimia maupun biologis (Menkes RI, 2013). Mengonsumsi suatu produk pangan yang telah mengalami kerusakan mikrobiologis dapat berbahaya bagi kesehatan manusia, karena adanya peningkatan produksi senyawa racun yang disebabkan oleh aktivitas mikroba patogen dan penyebaran kerusakan secara cepat oleh mikroba perusak yang mengkontaminasi produk pangan tersebut (Mamuaja, 2016).

Standar Nasional Indonesia (SNI) 7388 : 2009 tentang Batas Maksimum Cemaran Mikroba dalam Pangan, serta Peraturan BPOM No 13 Tahun 2019 tentang Batas Maksimal Cemaran Mikroba dalam Pangan Olahan, mengatur beberapa syarat untuk cemaran mikroba dalam susu kedelai (Tabel 2).

Tabel 2. Batas Cemaran Mikroba dalam Susu Kedelai

Jenis Mikroba/Parameter Uji Mikroba	Jumlah Mikroba
Angka Lempeng Total (ALT)	5 x 10 ⁴ koloni/g
Angka Total Kapang	50 koloni/ml
Koliform	20 APM/ml
Enterobacteriaceae	5 APM/ml
<i>Escherichia coli</i>	3 APM/ml
<i>Staphylococcus aureus</i>	10 ² koloni/ml
<i>Bacillus cereus</i>	10 ³ koloni/ml
<i>Salmonella sp</i>	negatif

Sumber : SNI 7388 : 2009 dan PerBPOM No 13 Tahun 2019

Syarat-syarat yang tercantum pada Tabel 2., wajib diikuti oleh seluruh produsen susu kedelai, baik skala industri rumah tangga maupun industri besar untuk meningkatkan kewaspadaan dalam proses produksi, serta diperlukan juga ketegasan hukum dalam pendisiplinannya, sehingga susu kedelai yang dihasilkan merupakan produk yang utuh, sehat, dan aman untuk dikonsumsi (Pudjirahaju, 2018).

Untuk menghasilkan susu kedelai sesuai dengan syarat yang ditetapkan, diperlukan pemahaman dan penerapan mengenai 6 prinsip *hygiene* sanitasi dalam PerMenKes RI Nomor 1096 (2011) dan Direktorat Kesehatan Lingkungan (2015):

a. Pemilihan bahan baku untuk suatu produk pangan

Bahan baku harus terlindung dari bahaya kimia, mikroorganisme, ataupun pembentukan toksin selama transportasi dan penyimpanan. Bahan baku yang akan diolah menjadi suatu produk pangan ini harus diperhatikan durasi pengiriman, suhu, dan aktivitas airnya, guna mencegah tumbuhnya mikroorganisme patogen ataupun pembentukan toksin.

b. Penyimpanan bahan pangan

Untuk mencegah kerusakan bahan pangan karena tercemar mikroorganisme, maka makanan perlu disimpan sesuai dengan syarat suhu yang ditetapkan, seperti penyimpanan *cooling, chilling, freezing, dan frozen*.

c. Proses pengolahan pangan

Pengolahan makanan dari bahan mentah menjadi produk jadi siap santap harus sesuai dengan aturan dan prinsip-prinsip *hygiene* dan sanitasi.

d. Pengangkutan produk pangan

Makanan yang telah diolah/dimasak memiliki risiko pencemaran yang lebih tinggi daripada saat masih dalam bentuk bahan baku, sehingga perlu diperhatikan teknik pengangkutan produk pangan yang benar.

e. Penyimpanan produk pangan

Kontaminasi pada produk pangan siap santap dapat terjadi saat proses pengolahan maupun melalui kontaminasi silang. Sehingga kondisi penyimpanan tidak boleh berada pada kondisi optimal dari pertumbuhan bakteri secara umum, yakni memiliki kelembaban tinggi; pH berkisar 6,8–7,5; serta bersuhu 10°C-60°C. Faktor risiko keracunan pangan dapat terjadi sewaktu proses pembersihan peralatan makan yang kontak dengan makanan, suhu dan waktu penyimpanan yang kurang tepat, personal hygiene yang kurang baik, serta peralatan makan/kemasan yang telah tercemar.

f. Penyajian produk pangan

Prinsip penyajian makanan adalah setiap jenis makanan harus berada dalam wadah yang berbeda dan tertutup rapat, supaya tidak terjadi kontaminasi silang.

Pada praktiknya, keenam prinsip ini tersebut dalam Penerapan Manajemen Mutu Terpadu yang terdiri atas 3 hal, yaitu *Standard Sanitation Operating Procedure (SSOP)*, *Good Manufacturing Practices (GMP)*, dan *Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP)*. Manajemen keamanan pangan ini perlu diterapkan dalam seluruh rangkaian proses pengolahan suatu produk pangan untuk memberikan jaminan mutu yang baik sesuai SNI dan memberikan perlindungan bahwa produk pangan tersebut aman untuk dikonsumsi (Pudjirahaju, 2018).

1.4. Tujuan

Bertujuan untuk memberikan ulasan mendalam tentang kualitas mikrobiologi susu kedelai produksi industri rumah tangga (IRT) yang beredar di beberapa wilayah di Indonesia.