

**IDENTIFIKASI *Escherichia coli* DAN *Aspergillus sp* PADA
PRODUK PASTEURISASI SUSU SAPI KEMASAN**

SKRIPSI



UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

Oleh:

JILHAN AULIA

1908260009

FAKULTAS KEDOKTERAN

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

MEDAN

2023

**IDENTIFIKASI *Escherichia coli* DAN *Aspergillus sp* PADA
PRODUK PASTEURISASI SUSU SAPI KEMASAN**

**Skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
gelar Sarjana Kedokteran.**



Oleh:

JILHAN AULIA

1908260009

**FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2023**

HALAMAN PENYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertandatangan dibawah ini menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Jilhan Aulia

NPM : 1908260009

Judul Skripsi : Identifikasi *Escherichia coli* Dan *Aspergillus sp* Pada Produk Pasteurisasi Susu Sapi Kemasan.

Demikianlah pernyataan saya perbuat, untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Medan, 20 Mei 2023



Jilhan Aulia
1908260009

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Jilhan Aulia
NPM : 1908260009
Judul : IDENTIFIKASI *Escherichia coli* DAN *Aspergillus sp* PADA
PRODUK PASTEURISASI SUSU SAPI KEMASAN.

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Kedokteran Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

DEWAN PENGUJI
Pembimbing,

(dr. Ance Roslina, M.Kes, Sp.KKLP)

Penguji 1

Penguji 2

(Dr. dr. Tegar Adriansyah Putra Siregar, M.Biomed)

(dr. Annisa, MKT)

Ketua Program Studi

Dekan FK UMSU

Pendidikan Dokter FK UMSU

(dr. Siti Masluma Siregar, Sp.THT-KL (K))

(dr. Desi Isnayanti, M.Pd.Ked)

Ditetapkan di : Medan

Tanggal : 20 Mei 2023

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warohmatullahi Wabarakatuh

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “Identifikasi *Escherichia coli* Dan *Aspergillus sp* Pada Produk Pasteurisasi Susu Sapi Kemasan”. Shalawat dan salam semoga tetap tercurahkan kepada junjungan alam Nabi Besar Muhammad SAW, yang telah membawa dari zaman jahiliyah hingga ke zaman yang penuh ilmu pengetahuan sekarang ini.

Alhamdulillah, selama penyusunan dan penulisan penelitian skripsi ini, penulis menyadari bahwa penulis banyak mendapat dukungan, bimbingan, arahan dan kerja sama yang ikhlas dari berbagai pihak, sehingga dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini dengan baik. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih serta penghormatan yang sebesar-besarnya dalam penyusunan skripsi kepada :

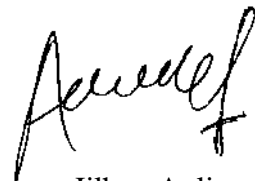
1. dr. Siti Masliana Siregar, Sp.THT-KL(K) selaku Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. dr. Desi Isnayanti, M.Pd.Ked selaku Ketua Program Studi Pendidikan Dokter Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. dr. Ance Roslina, M.Kes, Sp.KKLP selaku Dosen Pembimbing skripsi yang telah membimbing dan mengarahkan dalam penyelesaian skripsi ini.
4. Dr. dr. Tegar Adriansyah Putra Siregar, M.Biomed yang telah bersedia menjadi dosen penguji satu dan memberi banyak masukan untuk penyelesaian skripsi ini.
5. dr. Annisa, MKT yang telah bersedia menjadi dosen penguji dua dan memberi banyak masukan untuk penyelesaian skripsi ini.
6. Seluruh staf dosen FK UMSU yang telah memberikan ilmu dan pengetahuan kepada penulis selama masa pendidikan.

7. Kedua orang tua saya Ayah Jumadi dan Bunda Hartati yang telah mendo'akan, memotivasi serta memberikan dukungan baik secara materil maupun moral.
8. Adik perempuan saya Halimatus Sa'diyah yang telah mendoakan dan memberikan dukungan serta motivasi.
9. Kepada teman satu bimbingan skripsi saya dan Anak Ome yang telah menemani dan menyemangati dalam menyelesaikan skripsi ini.
10. Kepada teman saya Reni Febriyanti, Intan Tiara Adetya, Sri Munawaroh dan Desi Nur Fitrianti yang telah bersedia menemani, membantu dan mendengarkan segala keluh kesah saya selama kuliah dan proses pembuatan skripsi ini.
11. Kepada seluruh yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu yang telah berjasa dalam hidup saya, saya mengucapkan banyak terima kasih.

Saya menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu kritik dan saran sangat saya perlukan demi kesempurnaan tulisan ini sangat saya harapkan.

Akhir kata, saya berharap Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Medan, 08 April 2023



Jilhan Aulia
1908260009

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Jilhan Aulia

NPM : 1908260009

Fakultas : Kedokteran

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Fakultas Keokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Hak Bebas Royalti Non Eksklusif atas Skripsi saya yang berjudul : **Identifikasi *Escherichia coli* Dan *Aspergillus sp* Pada Produk Pasteurisasi Susu Sapi Kemasan.**

Berserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non Eksklusif ini Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk data (database), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Medan

Pada tanggal : 20 Mei 2023

Medan, 20 Mei 2023



Jilhan Aulia

1908260009

ABSTRAK

Pendahuluan : Susu sapi adalah produk makanan yang paling banyak dikonsumsi oleh manusia. Produksi susu global telah meningkat sekitar 20% dalam dekade terakhir ini. Susu berkualitas tinggi (HQ) memiliki kandungan lemak minimum yang lebih tinggi dan harus mengalami proses pasteurisasi yang lebih hati-hati agar dapat menjaga kandungan mikronutrien susu. *Centers for Disease Control and Prevention* (CDC) menjelaskan bahwa “Susu yang berasal dari hewan dan belum melewati proses pasteurisasi akan banyak sekali mengandung patogen berbahaya, seperti bakteri, virus dan parasit.” Sekitar 46% balita dilaporkan ke CDC pada tahun 2007 hingga 2016 karena konsumsi susu tanpa pasteurisasi. Pada kejadian ini, sekitar 19% anak umur 1 sampai 4 tahun terkena dampak dari konsumsi susu tanpa pasteurisasi yang disebabkan oleh *Salmonella* dan sekitar 15% kasus akibat dari konsumsi susu tanpa pasteurisasi yang disebabkan oleh *Escherichia coli*. Susu dalam kemasan kardus yang telah diproses sterilisasi dengan menggunakan *Ultra High Temperature* (UHT) mendapatkan hasil bahwa produk susu tersebut masih tercemar oleh *Kapang* dan *Aspergillus sp.* Proses pasteurisasi sangat penting dilakukan pada susu sapi sebelum dikonsumsi oleh manusia. Sehingga, peneliti tertarik untuk mengidentifikasi *Escherichia coli* dan *Aspergillus sp* pada produk susu sapi kemasan disebabkan susu pasteurisasi menjadi salah satu kebutuhan yang sangat banyak dikonsumsi oleh manusia.

Metode penelitian : Penelitian ini menggunakan teknik *systematic random sampling* yaitu pengambilan acak pada produk susu pasteurisasi yang terdapat di minimarket sekitar jalan HM. Joni yang memenuhi kriteria inklusi. **Hasil :** Sampel penelitian berjumlah 44 sampel dengan 22 sampel penyimpanan suhu ruang dan 22 sampel penyimpanan lemari pendingin. Pada sampel penyimpanan suhu ruang di dapatkan hasil negatif (-) yaitu tidak terdapat pertumbuhan *Escherichia coli* dan *Aspergillus sp*, sedangkan pada sampel penyimpanan lemari pendingin terdapat 2 sampel positif (+) *Escherichia coli* dan 1 sampel positif (+) *Aspergillus sp*.

Kesimpulan : Berdasarkan hasil penelitian Identifikasi *Escherichia coli* Dan *Aspergillus sp* Pada Produk Pasteurisasi Susu Sapi Kemasan yang telah memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi di Minimarket sekitar Jalan HM. Joni dapat disimpulkan bahwa pertumbuhan koloni *Escherichia coli* dan *Aspergillus sp* positif pada sampel dengan penyimpanan lemari pendingin dan kemasan kardus atau kotak.

Kata Kunci : Susu Sapi, Pasteurisasi, *Escherichia coli*, *Aspergillus sp*.

ABSTRACT

Introduction : Cow's milk is the most widely consumed food product by humans. Global milk production has increased by about 20% in the last decade. High-quality (HQ) milk has a higher minimum fat content and must undergo a more careful pasteurization process in order to preserve the micronutrient content of the milk. The Centers for Disease Control and Prevention (CDC) explains that "Milk that comes from animals and has not gone through the pasteurization process will contain a lot of harmful pathogens, such as bacteria, viruses and parasites." Around 46% of toddler were reported to the CDC in 2007 to 2016 due to consumption of unpasteurized milk. In this case, about 19% of children aged 1 to 4 years were affected by consumption of unpasteurized milk caused by *Salmonella* and about 15% of cases due to consumption of unpasteurized milk caused by *Escherichia coli*. Milk in cardboard packaging that has been processed for sterilization using Ultra High Temperature (UHT) has the result that the milk product is still contaminated by *Kapang* and *Aspergillus sp*. It is very important to pasteurize cow's milk before it is consumed by humans. Thus, researchers are interested in identifying *Escherichia coli* and *Aspergillus sp* in packaged cow's milk products because pasteurized milk is one of the necessities that is very much consumed by humans. **Research method:** This study used a systematic random sampling technique, namely random sampling of pasteurized milk products found in minimarkets around Jalan HM. Joni who met the inclusion criteria. **Results:** The study sample consisted of 44 samples with 22 samples of room temperature storage and 22 samples of refrigerator storage. In the room temperature storage samples, negative (-) results were obtained, namely there was no growth of *Escherichia coli* and *Aspergillus sp*. Meanwhile, in the refrigerator storage samples, there were 2 positive (+) *Escherichia coli* samples and 1 positive (+) *Aspergillus sp*. sample. **Conclusion:** Based on the results of the study Identification of *Escherichia coli* and *Aspergillus sp* in packaged cow's milk pasteurized products that have met the inclusion and exclusion criteria at minimarkets around Jalan HM. Joni that the growth of *Escherichia coli* and *Aspergillus sp* colonies was positive in samples with refrigerated storage and cardboard or box packaging.

Keywords: Cow's Milk, Pasteurization, *Escherichia coli*, *Aspergillus sp*.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
DAFTAR SINGKATAN	xv
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.3.1 Tujuan Umum	3
1.3.2 Tujuan Khusus	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Susu Sapi.....	5
2.1.1 Definisi Susu Sapi	5
2.1.2 Jalur Kontaminasi Susu Sapi	7
2.1.3 Komposisi Susu Sapi.....	8
2.1.4 Faktor Yang Mempengaruhi Komposisi Susu.....	9
2.1.5 Sifat Fisik dan Kimia Susu	10
2.1.6 Faktor Yang Diperhatikan Dalam Kesehatan Sapi Perah.....	10
2.1.7 Pemeriksaan Susu Sapi.....	11
2.2 Pasteurisasi	12
2.3 <i>Escherichia coli</i>	17
2.3.1 Morfologi <i>Escherichia coli</i>	17
2.3.2 Epidemiologi Kasus <i>Escherichia coli</i>	17
2.3.3 Klasifikasi <i>Escherichia coli</i>	18
2.3.4 Faktor yang mempengaruhi pertumbuhan bakteri	19
2.3.5 Patogenesis <i>Escherichia coli</i>	20
2.3.6 Uji <i>Escherichia coli</i>	20

2.4	<i>Aspergillus sp.</i>	20
2.4.1	Epidemiologi Kasus <i>Aspergillus sp.</i>	20
2.4.2	Definisi <i>Aspergillus sp.</i>	21
2.4.3	Klasifikasi dan Morfologi <i>Aspergillus sp.</i>	21
2.4.4	Faktor yang mempengaruhi pertumbuhan jamur	24
2.4.5	Patogenesis <i>Aspergillus sp.</i>	24
2.4.6	Uji <i>Aspergillus sp.</i>	26
2.5	Kerangka Teori	27
2.6	Kerangka Konsep.....	28
2.7	Hipotesa.....	29
BAB III METODE PENELITIAN		30
3.1	Definisi Operasional.....	30
3.2	Jenis Penelitian	31
3.3	Waktu dan Tempat Penelitian.....	31
3.3.1	Waktu Penelitian	31
3.3.2	Tempat Penelitian.....	31
3.4	Populasi dan Sampel Penelitian.....	31
3.4.1	Populasi Penelitian	31
3.4.2	Sampel Penelitian.....	31
3.5	Teknik Pengambilan dan Besar Subjek Penelitian	32
3.5.1	Teknik Pengambilan Sampel	32
3.5.2	Besar Sampel	32
3.6	Instrumen Penelitian.....	32
3.6.1	Alat Penelitian.....	32
3.6.2	Bahan Penelitian.....	33
3.7	Prosedur Penelitian	33
3.7.1	Identifikasi <i>Escherichia coli</i>	33
3.7.1.1	Menghitung <i>Most Probable Number</i> (MPN).....	33
3.7.1.2	Pembacaan Hasil Pemeriksaan Laboratorium	35
3.7.1.3	Pewarnaan Gram <i>Escherichia Coli</i>	35
3.7.2	Identifikasi <i>Aspergillus sp.</i>	36
3.7.2.1	Prosedur Pengambilan Sampel Susu Pasteurisasi	36
3.7.2.2	Pemeriksaan <i>Aspergillus sp.</i>	36
3.7.2.3	Menghitung Angka Lempeng Total (ALT)	37
3.8	Pengolahan dan Analisis Data	37
3.8.1	Pengolahan Data.....	37
3.8.2	Analisis Data.....	38
3.9	Alur Penelitian	39

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	40
4.1 Hasil Penelitian	40
4.1.1 Deskripsi Lokasi Penelitian	40
4.1.2 Deskripsi Sampel Penelitian	40
4.1.3 Hasil Pertumbuhan <i>Escherichia coli</i>	40
4.1.4 Menghitung <i>Most Probable Number</i> (MPN).....	41
4.1.5 Hasil Pertumbuhan <i>Aspergillus sp</i>	42
4.2 Pembahasan	42
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	46
5.1 Kesimpulan.....	46
5.2 Saran.....	46
5.3 Catatan Penelitian	46
DAFTAR PUSTAKA.....	48

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Definisi Operasional.....	30
Tabel 3.2 Waktu Penelitian	31
Tabel 4.1 Hasil Uji Tes <i>Most Probable Number</i> (MPN) <i>Escherichia coli</i> Pada Sampel Susu Sapi Pasteurisasi	40
Tabel 4.2 Menghitung <i>Most Probable Number</i> (MPN) Dengan Sampel Susu Sapi Pasteurisasi Penyimpanan Lemari Pendingin	41
Tabel 4.3 Hasil Pertumbuhan <i>Aspergillus sp</i> media PDA Dengan Sampel Susu Sapi Pasteurisasi Penyimpanan Suhu Ruang dan Lemari Pendingin ...	42

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Jalur kontaminasi susu sapi.....	7
Gambar 2.2 Morfologi <i>Aspergillus sp</i>	22
Gambar 2.3 <i>Aspergillus flavus</i>	22
Gambar 2.4 <i>Aspergillus fumigatus</i>	23
Gambar 2.5 <i>Aspergillus niger</i>	23
Gambar 2.6 <i>Aspergillus terreus</i>	24

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 <i>Ethical Clearance</i>	51
Lampiran 2 Hasil Uji Tes Perkiraan (<i>Presumptive Test</i>) <i>Escherichia coli</i> pada media <i>Lactose Broth</i> Dengan Sampel Susu Sapi Pasteurisasi Penyimpanan Suhu Ruang.....	52
Lampiran 3 Hasil Uji Tes Perkiraan (<i>Presumptive Test</i>) <i>Escherichia coli</i> pada media <i>Lactose Broth</i> Dengan Sampel Susu Sapi Pasteurisasi Penyimpanan Lemari Pendingin	56
Lampiran 4 Hasil Uji Tes Penegasan (<i>Confirmative Test</i>) <i>Escherichia coli</i> pada media <i>Brilliant Green Lactose Bile Broth</i> (BGLB) Dengan Sampel Susu Sapi Pasteurisasi Penyimpanan Lemari Pendingin	60
Lampiran 5 Hasil Uji Tes Pelengkap (<i>Completed Test</i>) dan Pewarnaan Gram <i>Escherichia coli</i> pada media MCA Dan EMB Dengan Sampel Susu Sapi Pasteurisasi Penyimpanan Lemari Pendingin	61
Lampiran 6 Hasil Pertumbuhan <i>Aspergillus sp</i> media PDA Dengan Sampel Susu Sapi Pasteurisasi Penyimpanan Suhu Ruang.....	62
Lampiran 7 Hasil Pertumbuhan <i>Aspergillus sp</i> media PDA Dengan Sampel Susu Sapi Pasteurisasi Lemari Pendingin.....	63
Lampiran 8 Dokumentasi	64
Lampiran 9. Artikel Publikasi	69

DAFTAR SINGKATAN

HQ	: High Quality
ALT	: Angka Lempeng Total
SNI	: Standar Nasional Indonesia
BSN	: Badan Standar Nasional
ISK	: Infeksi Saluran Kemih
APD	: Alat Pelindung Diri
Afs	: Aflatoksin
LB	: <i>Lactose Broth</i>
BPW	: <i>Buffer Peptone Water</i>
SDA	: <i>Sabaroud Dextrose Agar</i>
EMBA	: <i>Eosin Methylene Blue Agar</i>
KOH	: <i>Kalium Hidroksida</i>
BGLB	: <i>Brilliant Green Lactose Broth</i>
PDA	: <i>Potato Dextrose Agar</i>
MCA	: <i>McConkey Agar</i>
USPHS	: <i>US Public Health Service</i>
FDA	: <i>Food Drug Administration</i>
CDC	: <i>Centers for Disease Control and Prevention</i>
UHT	: <i>Ultra High Temperature</i>
MPN	: <i>Most Probable Number</i>
CAC	: <i>Codex Alimentarius Commission</i>
HTST	: <i>High Temperature Short Time</i>

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Produksi susu global telah meningkat sekitar 20% dalam dekade terakhir ini, dari 694 juta ton pada tahun 2008 menjadi 843 juta ton pada 2018. Susu sapi adalah produk makanan yang paling banyak dikonsumsi, sekitar 48% dari total susu konsumsi secara global. Negara dengan produsen susu sapi terpenting seperti negara Uni Eropa (UE), Australia dan Selandia Baru, Amerika Serikat dan India.¹

Centers for Disease Control and Prevention (CDC) menjelaskan bahwa “Susu yang berasal dari hewan dan belum melewati proses pasteurisasi akan banyak sekali mengandung patogen berbahaya, seperti bakteri, virus dan parasit”. Patogen berbahaya ini akan membuat tubuh menjadi sakit dan dapat membunuh manusia. Proses pasteurisasi merupakan cara terbaik untuk memastikan susu aman untuk dikonsumsi. Jenis bakteri yang umum terdapat pada susu tanpa pasteurisasi, seperti *Brucella*, *Campylobacter*, *Cryptosporidium*, *Escherichia coli*, *Listeria* dan *Salmonella*. Bakteri ini dapat menyebabkan diare, kram perut dan muntah. Amerika Serikat, melaporkan kejadian akibat konsumsi susu tanpa pasteurisasi yang sering terjadi pada anak-anak. Sekitar 46% balita dilaporkan ke CDC pada tahun 2007 hingga 2016 karena konsumsi susu tanpa pasteurisasi. Pada kejadian ini, sekitar 19% anak umur 1 sampai 4 tahun terkena dampak dari konsumsi susu tanpa pasteurisasi yang disebabkan oleh *Salmonella* dan sekitar 15% kasus akibat dari konsumsi susu tanpa pasteurisasi yang disebabkan oleh *Escherichia coli*. Susu yang akan dikonsumsi dipastikan sudah melewati proses pasteurisasi. Jika membeli produk susu segar yang berada di peternakan terlebih dahulu di panaskan untuk membunuh patogen yang ada didalamnya.²

Sebuah penelitian membuktikan bahwa susu pasteurisasi dalam kemasan kotak, kaleng, botol plastik dan pouch tidak bebas dari cemaran jamur seperti *Aspergillus sp*, *Penicillium sp*, *Geotrichum sp* dan *Kapang*.² Pada tempat pemerahan susu ditemukan cemaran jamur yang sama dengan jamur yang ditemukan pada susu pasteurisasi kemasan. Jamur tersebut ditemukan pada tanah

di sekitar tempat pemerahan susu, pakan sapi berupa rumput, air di sekitar tempat pemerahan susu, udara ditempat pengolahan susu dan penanganan yang kurang higienis.²

Alat mikrobiologi yang lebih maju untuk mendeteksi mikroba yang terdapat di dalam susu sudah ada sejak abad ke-20. Antara tahun 1917-2017, pemahaman tentang mikrobiologi susu mentah dan produk susu telah mengalami kemajuan yang sangat signifikan. Pada tahun 1864, Loius Pasteur menemukan bahwa memanaskan anggur kemudian mendinginkannya dapat mencegah fermentasi anggur yang tidak normal akibat dari patogen pembusuk. Proses ini kemudian dikenal dengan proses pasteurisasi. Kemudian seorang Ahli Bedah Umum AS Walter Wyman menulis dokumen terkenal yang isi di dalamnya mendorong negara lain untuk menanggapi masalah kesehatan masyarakat seputar penyakit yang berhubungan dengan susu mentah.³

Susu berkualitas tinggi (HQ) memiliki kandungan lemak minimum yang lebih tinggi dan harus mengalami proses pasteurisasi yang lebih hati-hati, seperti pasteurisasi suhu tinggi dengan waktu singkat yaitu sekitar 72°C selama 15 detik yang dapat menjaga kandungan mikronutrien susu.⁴ Tidak semua mikroba yang ada di dalam susu seperti patogen dan organisme pembusuk, tetapi ada juga organisme kondisional yang menguntungkan (misalnya, bakteri asam laktat) dan organisme lain yang memiliki efek menguntungkan dan merugikan pada kualitas susu dan kesehatan manusia.³

Susu dalam kemasan kardus yang telah di proses sterilisasi dengan menggunakan *Ultra High Temperature* (UHT) pada suhu 140°C dengan waktu 14 detik mendapatkan hasil bahwa produk susu tersebut masih tercemar oleh *Kapang* dan *Aspergillus sp* pada susu beraroma normal dan aroma strawberry. Padahal pada kemasan dinyatakan bahwa kemasan produk multi lapis sehingga terjamin dari kerusakan selama waktu simpan 10 bulan. Hasil pengamatan pada susu kemasan kotak yang dijual di pasar tradisional tanpa alat pendingin juga masih dapat tercemar oleh jamur. Susu kemasan kotak yang masih mempunyai waktu masa edar 2 dan 4 bulan lagi tercemar oleh *Kapang*, *Aspergillus* dan *Penicillium*.⁵

Susu yang telah terkontaminasi jamur akan menjadi beracun bila dikonsumsi. Hal ini dikarenakan kandungan senyawa beracun dari jamur yang biasa disebut dengan Aflatoksin. Paparan Aflatoksin merupakan masalah kesehatan masyarakat, karena di klaim bahwa sekitar 20-50% dari semua kanker berhubungan dengan faktor makanan. Aflatoksin juga memengaruhi kesehatan hewan dan menyebabkan penurunan produk susu, menurunkan jumlah produksi susu. Telah dilaporkan bahwa masalah global kontaminasi Aflatoksin lebih parah pada iklim tropis dan subtropik.⁶ Sejak ditemukan pertama kali pada tahun 1960-an, Aflatoksin dilaporkan mengontaminasi susu sapi di berbagai dunia.⁷

Peneliti ingin mengidentifikasi *Escherichia coli* dan *Aspergillus sp* pada produk pasteurisasi susu sapi kemasan dikarenakan susu pasteurisasi menjadi salah satu kebutuhan yang sangat banyak dikonsumsi oleh manusia. Selain itu, kandungan vitamin pada susu yang sangat tinggi membuat susu menjadi mudah mengalami kontaminasi oleh patogen pembusuk. Kasus kontaminasi ini bisa saja dapat terjadi walaupun susu sudah melewati proses pasteurisasi. Hal inilah yang membuat peneliti sangat tertarik ingin melakukan penelitian tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimanakah cemaran identifikasi *Escherichia coli* dan *Aspergillus sp* pada produk pasteurisasi susu sapi kemasan?

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Mengetahui cemaran *Escherichia coli* dan *Aspergillus sp* pada produk pasteurisasi susu sapi kemasan.

1.3.2 Tujuan Khusus

- Mengetahui jumlah koloni *Escherichia coli* pada produk pasteurisasi susu sapi kemasan.
- Mengetahui jumlah koloni *Aspergillus sp* pada produk pasteurisasi susu sapi kemasan.

- Mengetahui hubungan waktu masa edar dengan jumlah koloni *Escherichia coli* dan *Aspergillus sp* pada produk pasteurisasi susu sapi kemasan.
- Mengetahui hubungan suhu tempat penyimpanan dengan jumlah koloni *Escherichia coli* dan *Aspergillus sp* pada produk pasteurisasi susu sapi kemasan.

1.4 Manfaat Penelitian

- Memberi informasi tentang pentingnya melihat waktu layak edar pada kemasan susu.
- Memberi informasi tempat yang baik untuk penyimpanan susu.
- Memberi informasi bahwa susu pasteurisasi aman di konsumsi masyarakat.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Susu Sapi

2.1.1 Definisi Susu Sapi

Susu sapi saat ini merupakan produk yang paling banyak dikonsumsi di seluruh dunia. Namun, banyak sekali sumber kontaminasi langsung dan tidak langsung serta kontaminasi kimia dan mikrobiologis yang telah ditemukan di susu sapi. Susu adalah cairan yang disekresikan oleh betina spesies mamalia untuk memenuhi kebutuhan nutrisi neonatus atau anaknya. Kebutuhan nutrisi itu seperti kebutuhan energik (lipid, laktosa, dan protein), asam amino esensial dan gugus amino yang diperlukan untuk biosintesis asam amino, asam lemak esensial, vitamin, unsur anorganik dan air.¹ Susu bersifat lebih mudah rusak dan media yang paling baik untuk perkembangan mikroorganisme dibandingkan dengan hasil produk ternak lainnya, hal ini karena tingginya nutrisi yang ada di dalam susu.⁸

Di Indonesia permintaan susu sapi semakin meningkat. Peningkatan ini memberikan bukti bahwa meningkatnya tingkat ekonomi dan kesadaran masyarakat terhadap kebutuhan gizi. Pemerahan susu sapi di Indonesia dimulai sejak abad ke 17 yang bersamaan dengan masuknya Belanda ke Indonesia. Saat itulah didatangkan sapi-sapi perah ke Indonesia untuk memenuhi kebutuhan konsumsi susu sapi.⁹ Kandungan vitamin A, D dan E yang larut dalam lemak dalam susu sangat dipengaruhi oleh komposisi makanan sapi perah. Kandungan vitamin D sangat dipengaruhi oleh kandungan lipid dan musim.⁴

Rantai produksi susu sapi memerlukan proses yang steril dari awal hingga akhir, sehingga tidak ada kesempatan pada bakteri untuk tumbuh dan berkembang pada susu. Peralatan pemerahan yang kurang higienis dan tempat penyimpanan yang kurang bersih dapat mengontaminasi susu oleh bakteri patogen. Udara lingkungan sekitar tempat industri pengolahan merupakan salah satu media yang dapat membawa bakteri untuk mengontaminasi susu. Proses pengolahan susu harus dilakukan pada tempat tertutup dan steril untuk menjaga mutu susu yang

bersih, sehat dan aman perlu dilakukan pengawasan yang ketat terhadap pabrik produksi susu.⁹

Susu merupakan bahan makanan yang mempunyai komposisi gizi terbaik dan sumber energi yang sangat dianjurkan di konsumsi terutama oleh anak-anak yang berada dalam masa pertumbuhan. Susu mengandung hampir seluruh zat gizi yang dibutuhkan tubuh manusia karena banyak mengandung laktosa dan lemak. Secara kimiawi susu normal mempunyai komposisi air (87,20%), lemak (3,70%), protein (3,50%), laktosa (4,90%) dan mineral (0,07%). Susu sapi adalah cairan berwarna putih yang di sekresi oleh kelenjar mammae (ambing) pada binatang mamalia sapi betina untuk bahan makanan dan sumber gizi bagi yang mengkonsumsinya. Susu sapi perah merupakan bahan makanan yang bergizi tinggi karena didalamnya mengandung berbagai zat makanan yang lengkap dan seimbang seperti protein, lemak, karbohidrat, mineral dan vitamin yang sangat dibutuhkan oleh manusia. Dikarenakan nilai gizi susu yang tinggi menyebabkan susu menjadi media perkembangbiakan yang sangat disukai oleh mikroorganisme yang mendorong pertumbuhan dan perkembangan mikroba, sehingga jika tidak ditangani dengan tepat dan benar dalam waktu yang sangat singkat susu menjadi tidak layak di konsumsi. Salah satu pengolahan susu agar tetap bertahan lama dalam waktu tertentu adalah dengan pasteurisasi. Susu dapat mengandung berbagai mikroorganisme seperti bakteri, virus, jamur dan protozoa.³

Kerusakan pada susu disebabkan oleh terbentuknya asam laktat sebagai hasil dari fermentasi laktosa oleh *Escherichia coli* fermentasi oleh bakteri ini akan menyebabkan aroma susu menjadi berubah dan menjadi tidak layak dikonsumsi oleh konsumen. Untuk meminimalkan kontaminasi oleh patogen dan menghambat pertumbuhan bakteri pada susu agar dapat disimpan lebih lama maka teknik pengolahan yang digunakan sesudah susu di perah harus lebih diperhatikan.¹⁰

Penelitian mengemukakan bahwa tinggi rendahnya angka keasaman pada susu disebabkan oleh banyak dan sedikitnya asam laktat yang merupakan hasil dari penguraian laktosa oleh bakteri dan aktivitas enzim yang terdapat dalam susu.⁸ Susu sapi mengalami berbagai kontaminan yang dapat mengancam

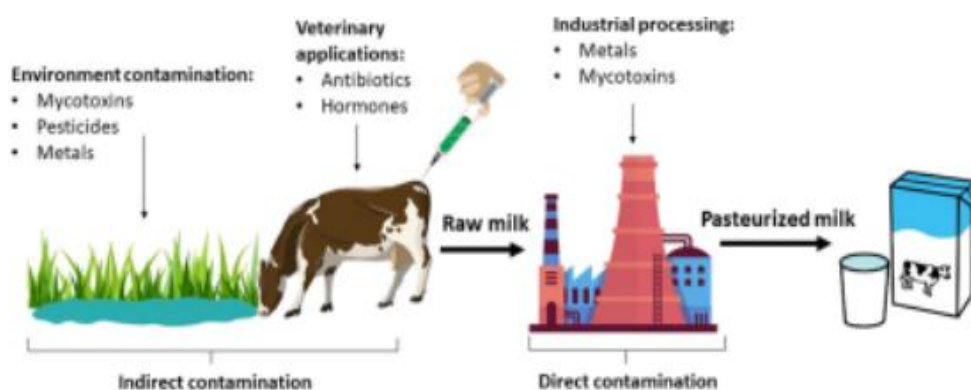
kesehatan manusia. Meskipun pasteurisasi yang akurat, pengumpulan susu yang aman dan kondisi penyimpanan mengurangi kontaminasi mikroba lebih tinggi.¹¹

Kriteria susu sapi dikatakan baik bila; bebas dari mikroorganisme patogen, bebas dari zat berbahaya dan toksin, tidak terkontaminasi debu dan kotoran, kandungan gizi yang tidak menyimpang dari standar codex susu, dan harus memiliki cita rasa yang normal seperti susu lainnya. Codex adalah Codex Alimentarius Commission (CAC) yang biasa disingkat Codex, merupakan badan antar pemerintah yang bertugas melaksanakan Joint FAO/WHO Food Standards Programme (program standar pangan FAO/WHO).⁸

Susu sapi yang telah mengalami proses pasteurisasi dengan atau tanpa penambahan bahan makanan yang diizinkan, serta di kemas secara higienis. Susu sapi produk ini biasa dikemas dalam kaleng yang sudah ditambah dengan berbagai pilihan rasa. Susu UHT juga ada yang di kemas menggunakan kotak, botol plastik dan pouch (bantal).¹²

2.1.2 Jalur Kontaminasi Susu Sapi

Ada beberapa bahaya kontaminasi susu sapi, mulai dari senyawa biologis hingga kimia. Risiko kontaminasi biologis susu sapi berasal dari proses pemerahan susu karena paparan ambung ke lingkungan, peralatan, penyimpanan, pipa kotor dan lain-lain. Kontaminasi susu sapi berasal dari beberapa sumber seperti bahan kimia pertanian, penggunaan produk hewan legal atau illegal, pakan dan rumput yang terkontaminasi racun atau melalui penggunaan bahan kimia yang tidak tepat selama proses produksi, pemrosesan dan pengemasan susu.¹³



Gambar 2.1 Jalur kontaminasi susu sapi¹³

Kontaminasi lingkungan yang paling umum adalah mikotoksin, pestisida dan logam yang dikonsumsi oleh ternak melalui pakan, rumput dan air. Kontaminasi juga dapat langsung terjadi selama pengelolaan susu dari pemerahan, penanganan, penyimpanan dan pasteurisasi. Selama proses industrialisasi, susu terpapar dengan logam, residu produk pestisida, mikotoksin dan lain-lain. Sekitar 14,57% literatur melaporkan kontaminasi susu sapi oleh mikroorganisme patogen. Meskipun tujuan dari proses pasteurisasi adalah menghilangkan mikroorganisme, namun ada pembuktian bahwa adanya patogen dalam susu pasteurisasi yang akan dikonsumsi.¹³

Demi keamanan produk pangan, biasanya susu melalui proses perawatan termal yang digunakan secara komersial.¹⁴ Kontaminasi patogen pada susu berasal dari proses pemerahan yang kurang steril, kontak dengan debu atau udara, tangan pemerah yang kotor, proses industri yang kurang steril, peralatan pemerahan yang tidak higienis dan puting sapi yang terdapat infeksi. Debu di udara terutama debu dari kotoran sapi dapat mengontaminasi susu apabila tempat pembuangan dan pengeringan kotoran sapi berdekatan dengan tempat pemerahan susu sehingga mikroorganisme dapat masuk melalui debu kotoran yang dibawa oleh angin.⁹

2.1.3 Komposisi Susu Sapi

Komposisi susu sapi terdiri dari berbagai jenis diantaranya ada air, lemak, protein, laktosa dan mineral. Jumlah air pada susu sapi yaitu sekitar 87%. Air tersebut berfungsi untuk melarutkan semua zat-zat makanan yang ada dalam susu. Selanjutnya rasa pada susu sangat ditentukan oleh lemak yang ada di dalam susu. Lemak susu dalam bentuk butir yang sangat kecil disebut *globule*. Lemak dikelilingi oleh selaput protein yang sangat tipis berupa serum susu pada permukaannya, akibat adsorpsi inilah menjadi faktor yang menentukan dan mempertahankan kestabilan emulsi lemak susu. Lemak susu termasuk lemak yang mudah menguap (*volatile fatty acid*). Lemak volatil dalam susu berjumlah sekitar 17% sedangkan lemak non volatil berjumlah sekitar 82,7%.⁹

Komposisi susu lainnya ada protein di dalam susu terdiri dari 80% kasein, 18% laktalbumin dan 0,05-0,07% laktoglobulin. Kasein merupakan suatu zat

berwarna putih kekuningan. Kasein dapat diendapkan menggunakan asam encer, renin dan alkohol. Komposisi lainnya ada laktosa merupakan karbohidrat utama pada susu. Laktosa adalah bentuk disakarida yang terdiri dari glukosa dan galaktosa. Laktosa terdapat dalam susu dalam bentuk larutan yang kemudian diubah menjadi sumber makanan dengan proses hidrolisa menjadi glukosa dan galaktosa oleh enzim usus. Komposisi terakhir ada mineral, kandungan mineral pada susu bersifat konsisten dan tidak dapat dipengaruhi oleh makanan ternak. Tetapi kandungan yodium di dalam susu dapat berubah-ubah sesuai dengan pakan ternak. Sapi yang memakan rumput dari padang rumput dekat laut akan menghasilkan susu dengan kandungan yodium lebih tinggi dibandingkan dengan sapi yang diberi pakan rumput dari dataran tinggi atau pegunungan.⁹

2.1.4 Faktor Yang Mempengaruhi Komposisi Susu

Terdapat beberapa faktor yang memengaruhi komposisi susu adalah pertama ada faktor keturunan sapi, jenis sapi perah yang banyak digunakan seperti Jersey, Holstein, Aryrhire dan Guernsey. Jenis sapi perah tersebut menjadi pembeda dengan jenis sapi perah lainnya karena komposisi air susu yang dihasilkan terutama pada kadar lemak. Kadar lemak yang tinggi biasanya juga memengaruhi kadar protein, mineral dan laktosa. Faktor kedua adalah faktor makanan sapi, jika jumlah makanan yang diberikan oleh sapi kurang maka akan memengaruhi frekuensi susu sapi yang dihasilkan. Komposisi makanan yang diberikan pada sapi perah juga harus diperhatikan karena dapat memengaruhi kadar lemak susu sapi tersebut.⁹

Faktor ketiga adalah pengaruh iklim, kadar lemak dan protein yang terdapat di dalam susu sangat dipengaruhi oleh keadaan iklim. Iklim yang sangat baik adalah pada musim dingin karena kadar lemak yang dihasilkan lebih tinggi dibandingkan dengan musim yang lain. Faktor keempat adalah waktu pemerahan susu, susu yang dihasilkan 4-5 hari pertama disebut dengan kolostrum yang memiliki kandungan yodium, natrium dan kalsium tinggi sehingga memberikan rasa yang sedikit lebih asin. Pada hari selanjutnya kadar lemak dan protein akan meningkat, sedangkan kadar laktosa nya akan semakin menurun. Faktor terakhir

adalah pengaruh umur sapi. Semakin tua umur sapi maka akan memengaruhi kadar lemak yang dihasilkan semakin sedikit.⁹

2.1.5 Sifat Fisik dan Kimia Susu

Sifat fisik dan kimia susu dapat ditentukan dari pH yang baik pada susu segar berkisar antara 6,6-6,7, bila pH susu sapi naik melebihi 6,8 ini merupakan tanda adanya mastitis pada sapi, karena penyakit mastitis menyebabkan perubahan keseimbangan mineral dalam susu. Selanjutnya warna pada susu segar mempunyai warna putih kebiruan sampai kuning kecoklatan. Warna putih pada susu adalah penyebaran butiran koloid lemak dan kalsium, sedangkan yang memberi warna kekuning-kuningan adalah karoten dan riboflavin.⁹

Aroma dan rasa yang terdapat pada susu segar yang normal biasanya sedikit berasa agak manis dan mempunyai aroma yang spesifik. Aroma susu akan hilang bila susu sudah di diamkan beberapa jam atau di dinginkan. Citarasa susu sangat berpengaruh terhadap kandungan laktosa dan yodium di dalamnya.⁹

2.1.6 Faktor Yang Diperhatikan Dalam Kesehatan Sapi Perah

Kesehatan sapi perah memiliki beberapa faktor yang harus diperhatikan. Pertama sapi perah harus selalu dalam keadaan bersih, hal ini akan berdampak pada kesehatan sapi itu sendiri. Cara membersihkan sapi adalah dengan memandikan sapi sebelum di perah susunya. Kedua sanitasi kandang dan lingkungan, kandang merupakan tempat terpenting yang harus diperhatikan pada sapi perah. Kandang merupakan bangunan yang berfungsi sebagai tempat tinggal ternak untuk melindungi ternak dari gangguan. Lingkungan kandang tempat pemerahan susu juga harus bersih dan jauh dari limbah kotoran sapi karena akan men kontaminasi susu.⁹

Faktor ketiga adalah petugas yang bersih dan sehat, kesehatan dan kebersihan petugas yang pemerah susu sapi harus diperhatikan, melakukan cuci tangan dengan sabun dan disinfektan dan dikeringkan dengan lap yang bersih harus selalu di terapkan. Keempat peralatan yang digunakan harus dalam keadaan bersih dan higienis. Kelima membersihkan sapi yang akan di perah merupakan

membersihkan sekitar lipatan paha, membersihkan ambing dengan lap kain yang di basahi air panas dapat mengurangi kontaminasi patogen.⁹

Faktor keenam ada keadaan kamar penyimpanan susu, kamar susu berfungsi sebagai tempat penyimpanan sementara susu sebelum dibawa ke pusat pengumpulan atau pabrik susu. Kamar susu harus terhindar dari bau dan debu. Ketujuh ember penampungan, ember penampungan yang digunakan harus ember berbahan aluminium dan tidak boleh berbahan plastik. Faktor delapan transfer susu dari kandang. Setelah dilakukan pemerahan air susu diharapkan segera dibawa ke kamar penyimpanan susu agar tidak terkontaminasi dengan patogen yang ada di sekitar kandang. Selanjutnya penyaringan susu, susu harus disaring untuk memisahkan kotoran menggunakan saringan filter kapas atau kain yang dicuci bersih dan direbus dahulu setiap habis digunakan. Terakhir ada faktor pendinginan susu, setelah proses pemerahan, sebaiknya susu di dinginkan untuk menghambat perkembangan patogen. Suhu pendinginan yaitu sekitar 7°C dan minimum 4°C.⁹

2.1.7 Pemeriksaan Susu Sapi

Syarat yang harus diperhatikan dalam pemeriksaan susu: Sampel susu tidak boleh melewati waktu masa edar, memiliki kemasan yang baik dan harus memperhatikan sebelum pemeriksaan adanya perubahan pada keadaan susu yang disebabkan oleh: pengeluaran gas, pembekuan lemak susu dan temperatur susu yang terlalu tinggi. Selanjutnya jenis sampel susu, sampel susu minimarket, yaitu susu yang diambil dari minimarket yang banyak di datangi konsumen baik itu susu yang disimpan pada lemari pendingin atau di suhu ruang dengan di catat: nama perusahaan, jumlah sampel, nama minimarket, jam, tanggal, tempat pengambilan, keadaan kemasan, etiket dan segel.¹⁵

Semua alat dan bahan yang digunakan harus bersih dan steril. Sebelum sampel susu diperiksa, susu harus di homogen kan terlebih dahulu dengan memindahkan dari satu tabung ke tabung yang lain beberapa kali. Temperatur susu harus berada diantara 20-30°C, hal ini karena syarat di Indonesia semua

perhitungan disesuaikan pada suhu 27,5°C. Pemeriksaan dilakukan sebanyak 2-3 kali, kemudian diambil rata-ratanya.¹⁵

2.2 Pasteurisasi

Pasteurisasi merupakan suatu proses yang dilakukan pada susu sapi untuk membunuh sebagian mikroba dengan meminimalkan kerusakan protein akibat suhu yang terlalu tinggi. Proses pasteurisasi menggunakan pemanasan dibawah temperatur didih yang hanya dapat membunuh bakteri saja dan tidak dapat membunuh spora jamur. Pasteurisasi sendiri memiliki tiga cara yaitu Pasteurisasi lama (*low temperature, long time*), Pasteurisasi singkat (*High temperature, Shorttime*) dan Pasteurisasi dengan *Ultra High Temperature* (UHT). Ketiga cara pasteurisasi ini mempunyai tingkat suhu dan waktu yang berbeda beda.¹⁶

Susu pasteurisasi menurut SNI (Standar Nasional Indonesia) adalah susu yang telah mengalami proses pemanasan pada temperatur 72°C minimum selama 15 detik atau pemanasan pada 63-66°C selama 30 menit, kemudian segera didinginkan sampai 10°C yang selanjutnya diperlakukan secara aseptis dan disimpan pada suhu maksimum 4,4°C. Proses penanganan, pengolahan, pengawetan dan penyimpanan susu yang kurang baik dapat mengakibatkan susu mudah rusak. Spora mikroorganisme patogen tidak hilang pada proses pasteurisasi, oleh karena itu upaya untuk menjaga kualitas susu pasteurisasi dengan menyimpannya dalam suhu rendah. Penerapan teknologi pendingin merupakan hal yang penting dilakukan pada produksi susu untuk menjamin kualitas dan keamanan produk susu pasteurisasi yang dihasilkan, karena inspeksi produk akhir saja tidak dapat menjamin kualitas atas keamanan produk susu secara keseluruhan.¹⁷

Pasteurisasi umumnya dilakukan melalui suatu *Heat exchanger*. Pasteurisasi dapat dilakukan pada suhu 72-75°C selama 15 detik (*High Temperature Short Time*) atau 63-65°C selama 30 menit (*Low Temperature Long Time*). Metode pasteurisasi yang paling sering dan umum digunakan adalah *High Temperature Short Time* (HTST) karena susu dengan cepat mengalir melalui Heat Exchanger. Selanjutnya dengan cepat susu didinginkan hingga suhu dibawah 10°C untuk

mencegah mikroorganisme patogen yang tahan pemanasan menjadi aktif kembali. Pengemasan dilakukan dengan segera secara aseptis setelah suhu dingin di bawah 10°C tercapai dalam wadah yang tertutup rapat untuk menghindari terjadinya kontaminasi dan pencemaran dari luar dan harus disimpan dalam pendingin.¹⁷

Pengolahan susu segar menjadi susu pasteurisasi merupakan salah satu upaya untuk memperpanjang masa simpan susu tanpa banyak merubah sifat fisik dari susu.¹⁸ Meskipun perlakuan teknologi suhu *Ultra High Temperature* (UHT) dapat mengatasi masalah mikrobiologis pada susu, namun penurunan kualitas nutrisi pada susu dapat terjadi. Selain itu, diklaim bahwa pasteurisasi termal memakan biaya peralatan dan energi lebih tinggi.¹⁹

Meskipun pasteurisasi telah menjadi metode anti mikroba yang efisien dan telah terbukti dapat mengurangi banyak penyakit, namun hal tersebut tidak menutup kemungkinan infeksi terhadap susu sapi pasteurisasi terus terjadi. Susu mentah memiliki populasi mikroorganisme yang berlebihan dan meningkatkan angka kontaminasi susu pasca pasteurisasi. Pasteurisasi memiliki beberapa kelemahan dalam membunuh patogen karena patogen dapat bertahan tanpa menyebabkan perubahan organoleptik sehingga konsumen tidak akan sadar bahwa susu tersebut mengandung patogen. Namun pasteurisasi tetap menjadi satu-satunya teknologi yang paling baik, meskipun hanya efektif untuk menghilangkan sebagian besar senyawa biologis dan non-kimia. Banyak literatur yang menyebutkan sangat sedikit teknik alternatif untuk membunuh kontaminasi kimia dalam susu sapi, untuk memastikan kualitas yang cukup dalam susu yang di konsumsi.¹

Kesadaran masyarakat untuk mengonsumsi susu cair olahan perlu ditingkatkan agar terus meminimalkan konsumsi susu nasional. Saat ini produksi susu olahan segar cair, baik dalam bentuk UHT (*Ultra High Temperature*) maupun susu pasteurisasi masih sedikit. Industri pengolahan susu dalam negeri lebih suka memproduksi susu bubuk yang bahan bakunya lebih banyak di pasok dari impor.¹⁷

Standar kualitas susu sapi merupakan bagian penting yang harus diperhatikan. Adanya standar kualitas susu yang ketat akan membuat peternak dan

pemerah lebih meningkatkan kualitas susu yang dihasilkan. Badan Standar Nasional (BSN) dan Standar Nasional Indonesia (SNI) No. 7388 tahun 2009 telah menetapkan batas cemaran suatu mikroba pada susu, baik pada susu pasteurisasi, UHT dan susu steril.⁹

Pengolahan air susu sapi yang tidak benar menyebabkan daya simpan yang singkat, harga jual yang murah dan menurunkan pendapatan peternak sapi sebagai produsen utama penghasil susu sapi. Teknologi pasteurisasi tidak dapat mematikan bakteri non patogen, terutama bakteri pembusuk karena produk susu pasteurisasi bukan merupakan produk susu pengawet.¹⁰

Kebersihan makanan dan minuman sangat berperan penting dalam penyediaan bahan pangan yang sehat. Berbagai faktor penyebab tidak amannya bahan pangan di konsumsi karena adanya koliform dalam susu yang artinya ketidakberhasilan proses pengolahan susu. Susu yang telah tercemar koliform akan memengaruhi masa simpannya. Pada pabrik pengolahan susu yang memiliki teknologi baik saja masih bisa terjadi kontaminasi pada saat pengisian susu ke botol, kardus kemasan dan alat penutup kemasan yang tidak rapat.⁵

Pada awalnya pengiriman susu dilakukan menggunakan tangki susu sehingga susu jarang mengalami kontaminasi pada waktu pengambilan dan menggunakan kemasan plastik untuk menghindari botol pecah. Tetapi karena adanya penyinaran langsung oleh matahari yang terlalu lama akan mengakibatkan kerusakan pada susu, perubahan cita rasa dan hilangnya vitamin E dan riboflavin. Penggunaan kemasan kardus mulai dilakukan pada tahun 1956 dengan dikenalkannya susu pasteurisasi. Penggunaan kemasan kardus ini diharapkan dapat mengurangi dan menghindari perubahan oksidasi dari vitamin dan lemak yang ada pada susu.⁵

Susu sapi saat ini merupakan produk yang paling banyak di konsumsi di seluruh dunia. Namun, banyak sekali sumber kontaminasi langsung dan tidak langsung serta kontaminasi kimia dan mikrobiologis yang telah ditemukan di susu sapi. Susu adalah cairan yang di sekresikan oleh betina spesies mamalia untuk memenuhi kebutuhan nutrisi neonatus atau anaknya. Kebutuhan nutrisi itu seperti kebutuhan energik (lipid, laktosa, dan protein), asam amino esensial dan gugus

amino yang diperlukan untuk biosintesis asam amino, asam lemak esensial, vitamin, unsur anorganik dan air.¹ Susu bersifat lebih mudah rusak dan media yang paling baik untuk perkembangan mikroorganisme dibandingkan dengan hasil produk ternak lainnya, hal ini dikarenakan tingginya nutrisi yang ada di dalam susu.⁸

Alat mikrobiologi yang lebih maju telah meningkatkan deteksi mikroba yang terdapat di dalam susu dan pabrik susu telah memfasilitasi alat untuk mengidentifikasi patogen dan organisme pembusuk yang lebih baik sejak abad ke-20. Sebelum tahun 1917, pengenalan dan penyempurnaan metode pasteurisasi di seluruh Amerika Serikat dan bagian dunia lainnya telah meningkatkan keamanan dan kualitas pada produk susu. Seiring berjalannya waktu pasteurisasi digunakan sebagai salah satu strategi untuk mengurangi kontaminasi mikroba pada produk susu. Selain itu kebersihan kandang serta tempat pemerahan susu sapi juga memainkan peranan penting dalam meningkatkan kualitas dan keamanan susu terhadap mikroba. Antara tahun 1917-2017, pemahaman tentang mikrobiologi susu mentah dan produk susu telah mengalami kemajuan yang signifikan. Hal ini karena pengembangan dan penggunaan teknik dan metode mikrobiologi yang baru dan lebih baik.³

Meluasnya penerapan teknologi pasteurisasi untuk susu mentah telah meningkatkan kesehatan masyarakat dengan mencegah penyebaran penyakit bawaan makanan di seluruh Amerika Serikat. Namun, awalnya teknologi pasteurisasi mengalami kontroversial dan lambat digunakan sebagai teknologi umum. Pada tahun 1864, Louis Pasteur menemukan bahwa memanaskan anggur secara bertahap dan kemudian mendinginkannya dapat mencegah fermentasi anggur yang tidak normal karena patogen pembusuk, proses ini kemudian dikenal sebagai pasteurisasi. Meskipun pada saat itu Pasteur tidak menerapkan teknologi ini pada susu, penerapan pasteurisasi susu mulai dilakukan sebelum tahun 1917. Pada awal tahun 1873, dokter anak Amerika Abraham Jacobi menganjurkan untuk merebus susu sapi dalam botol sebelum memberikannya pada bayi. Kemudian pada tahun 1886, ahli kimia Jerman Franz von Soxhlet merancang peralatan untuk sterilisasi susu sapi dalam botol untuk bayi di rumah, prosedur ini seperti

mendidihkan susu selama 40 menit. Tahun 1893 Filantropis Nathan Straus membuka depot susu steril untuk bayi dari keluarga miskin. Selain untuk membantu keluarga miskin hal ini juga untuk mengamati efek dari pengaruh sterilisasi pada pengurangan angka kematian bayi dan meningkatkan dukungan untuk pasteurisasi susu sapi di rumah untuk konsumsi bayi. Banyak pejabat kesehatan masyarakat dan dokter di Amerika Serikat menentang pasteurisasi susu komersial yang meluas, karena khawatir hal ini akan mengalihkan perhatian peternak dari keharusan untuk meningkatkan sanitasi kandang. Namun seiring berjalannya waktu *US Public Health Service* (USPHS) menyatakan bahwa mengkonsumsi susu sapi mentah berbahaya dan dapat menimbulkan penyakit tuberkulosis, tipus, demam, difteri, demam berdarah, dan gangguan usus pada bayi. Kemudian seorang Ahli Bedah Umum AS Walter Wyman menulis dokumen terkenal dengan judul "*Pasteurization prevents much sickness and save many lives*". Dokumen ini mendorong negara lain untuk menanggapi masalah kesehatan masyarakat seputar penyakit yang terkait susu mentah. Chicago menjadi salah satu kota Amerika pertama yang melegalkan peraturan yang mewajibkan pasteurisasi semua susu sapi yang masuk ke kota. Fasilitas pemrosesan susu komersial dibangun di seluruh Amerika Serikat untuk memenuhi kebutuhan konsumsi sehingga dengan cepat menyebarkan teknologi pasteurisasi.³

Setelah susu pasteurisasi diperkenalkan ke publik, produk pasteurisasi susu sapi cepat merambah pasar, sekitar 80% sampai 90% susu yang dijual di Chicago, Boston, Philadelphia dan New York di pasteurisasi. Dampak kesehatan masyarakat yang konsumsi susu pasteurisasi sangat besar. Badan Pengawas Obat dan Makanan AS (FDA) menetapkan bahwa sekitar 25% penyakit bawaan makanan disebabkan oleh konsumsi susu dan produk susu yang terkontaminasi. Mikroorganisme penyebab penyakit yang menkontaminasi susu mentah termasuk *Mycobacterium tuberculosis*, *Salmonella typhi*, *Corynebacterium diphtheriae*, *Vibrio cholera*, *Shigella dysenteriae* dan *Brucella spp.* Karena industri susu perlahan-lahan menerapkan teknologi pasteurisasi, banyak penelitian yang memberikan saran untuk kombinasi waktu dan suhu pasteurisasi berdasarkan penentuan waktu kematian termal mikroorganisme patogen yang umum

ditemukan dalam susu mentah. Hingga akhirnya pada tanggal 10 Agustus 1987 FDA menerbitkan peraturan akhir yang mewajibkan pasteurisasi semua susu dan produk susu dalam bentuk kemasan akhir untuk konsumsi langsung manusia.³

2.3 *Escherichia coli*

2.3.1 Epidemiologi Kasus *Escherichia coli*

Pada tahun 2007 hingga 2012, Centers for Disease Control and Prevention (CDC) mendapatkan laporan bahwa ada 81 wabah infeksi akibat konsumsi susu mentah yang menyebabkan 979 penyakit, 73 orang mendapat perawatan intensif dan tidak ada korban meninggal. Kebanyakan kejadian ini disebabkan oleh infeksi *Escherichia coli*. Penelitian pada tahun 2013 didapatkan bakteri yang menkontaminasi susu pasteurisasi pada 100 sampel yang tersedia, diantaranya terdapat sebesar 9% *Escherichia coli*.¹² Untuk mendapatkan kontaminasi *Escherichia coli* suatu Lembaga di Eropa mendirikan Referensi Laboratorium Eropa untuk mendeteksi adanya kontaminasi bakteri ini pada susu pasteurisasi.²⁰

2.3.2 Definisi *Escherichia coli*

Escherichia coli merupakan salah satu bakteri gram negatif yang dapat memfermentasi laktosa dan bersifat patogen oportunistik. Bakteri ini dapat mati pada pemanasan di suhu 60°C selama waktu 30 menit, tetapi tidak semua *Escherichia coli* dapat mati dan ada juga yang resisten. Pada media dengan suhu kamar *Escherichia coli* dapat bertahan selama 1 minggu dan pada es dapat bertahan sekitar 6 bulan. *Escherichia coli* merupakan bakteri gram negatif yang berbentuk batang berukuran 1-4 mikro meter, bersifat motil, non motil dan mesofil. *Escherichia coli* merupakan flora normal pada tubuh manusia yang banyak berada pada usus manusia. Bakteri ini juga merupakan bakteri yang paling umum menyebabkan penyakit diare dan infeksi saluran kemih (ISK).⁹

Escherichia coli merupakan salah satu bakteri heterotrof yang memperoleh makanan berupa zat organik dari lingkungannya karena bakteri ini tidak bisa membuat makanannya sendiri. Zat organik diperoleh dari sisa organisme yang lain. *Escherichia coli* pada susu digunakan sebagai indikator kualitas air susu

karena keberadaannya di dalam susu mengindikasikan bahwa susu tersebut terkontaminasi oleh patogen dari luar.⁹

2.3.3 Klasifikasi dan Morfologi *Escherichia coli*

Klasifikasi *Escherichia coli* adalah sebagai berikut:⁹

Kingdom	: <i>Prokaryotae</i>
Divisi	: <i>Gracilicutes</i>
Kelas	: <i>Scotobacteria</i>
Ordo	: <i>Eubacreaiales</i>
Familia	: <i>Enterobacteriaceae</i>
Genus	: <i>Escherichia</i>
Spesies	: <i>Escherichia coli</i>

Mikroorganisme yang sering digunakan sebagai indikator sanitasi pangan yang baik yaitu *Escherichia coli*. Adanya *Escherichia coli* dalam suatu susu menunjukkan adanya kontaminasi karena sanitasi yang kurang baik selama persiapan susu maupun pengolahan susu.¹⁷ Udara tidak selalu menjadi perantara penyebab kontaminasi patogen pada susu. Bakteri juga dapat menyebabkan kontaminasi susu. Bakteri yang biasa terdapat pada susu ialah *Streptococcus lactis*, *Aerobacter aerogenes*, *Lactobacillus casei* dan *Escherichia coli* yang mengontaminasi susu melebihi batas cemaran mikroba yang telah ditetapkan oleh badan Standar Nasional Indonesia (SNI). Badan SNI menetapkan batas maksimum cemaran mikroba dalam susu yaitu < 3 AMP/ml.⁹

Escherichia coli merupakan suatu indikator adanya kontaminasi pada susu yang disebabkan oleh feses hewan sapi. Bakteri ini jika terdapat di dalam susu segar dikhawatirkan akan berkembang biak dan menimbulkan gangguan kesehatan jika dikonsumsi oleh masyarakat. Upaya higienitas dan sanitasi yang baik sangat dibutuhkan, beberapa tindakan yang dapat dilakukan untuk mengurangi kontaminasi bakteri ini adalah menjaga kebersihan kandang, menyediakan air bersih yang cukup, adanya tempat pembuangan limbah kotoran sapi dan menjaga kebersihan alat pemerahan dengan desinfektan.⁹

Sanitasi yang tidak baik karena banyak limbah kotoran sapi yang berserakan di dalam dan di luar kandang dan metode pemerahan susu yang dilakukan masih dengan cara yang tradisional dan pemerah tidak menggunakan Alat Pelindung Diri (APD) lengkap saat bekerja, serta kebiasaan tidak mencuci tangan dengan benar maupun penggunaan desinfektan, susu sapi yang telah di perah tidak dilakukan pasteurisasi dan langsung di konsumsi begitu saja oleh masyarakat maka kemungkinan untuk susu terkontaminasi *Escherichia coli* ini sangat tinggi.⁹

2.3.4 Faktor yang mempengaruhi pertumbuhan bakteri

Proses pertumbuhan bakteri biasanya dipengaruhi oleh beberapa faktor yang menunjang pertumbuhan mikroorganisme tersebut. Pertumbuhan bakteri umumnya dipengaruhi oleh suhu, pH, nutrisi, air dan oksigen. Faktor-faktor ini mengakibatkan perubahan sifat dan bentuk secara morfologi dan fisiologi. Faktor utama yang sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan bakteri adalah suhu.

Suhu menjadi faktor utama yang sangat penting dalam memengaruhi pertumbuhan dan daya tahan bakteri. Suhu memengaruhi reaksi kimia yang ada di dalam tubuh bakteri sehingga memengaruhi tingkat pertumbuhannya. Selain suhu pH juga memengaruhi pertumbuhan bakteri. pH yang sangat disukai oleh bakteri adalah pH netral yaitu diangka 7. Bakteri autotrof biasanya tumbuh pada pH 4 karena bakteri ini menghasilkan produk metabolisme yang bersifat asam atau basa.²¹

Nutrisi diperlukan oleh bakteri untuk mensuplai sumber energi dan pertumbuhan selnya. Nutrisi yang diperlukan seperti: karbon, nitrogen, hidrogen, oksigen, sulfur, fosfor, zat besi dan logam. Kondisi lingkungan yang tidak higienis menjadi sumber nutrisi bagi pertumbuhan bakteri. Oleh karena itu, lingkungan yang higienis sangat membantu meminimalkan sumber nutrisi bagi pertumbuhan bakteri. Faktor selanjutnya adalah oksigen, bakteri mempunyai kebutuhan oksigen yang berbeda-beda dalam pertumbuhannya. Berdasarkan kebutuhan oksigen bakteri dibagi menjadi 4 jenis yaitu: aerob, anaerob, anaerob fakultatif dan mikroaerofil.²²

2.3.5 Patogenesis *Escherichia coli*

Escherichia coli secara umum merupakan bakteri yang tidak berbahaya dan hidup di dalam pencernaan manusia. *Escherichia coli* yang awalnya bersifat non patogen memperoleh tambahan gen virulensi dari mikroorganisme lain maka *Escherichia coli* akan berubah menjadi bakteri patogen. Penyakit yang disebabkan oleh *Escherichia coli* akan berbeda tergantung dari gen virulensinya. Patogenitas merupakan suatu kemampuan mikroorganisme untuk menimbulkan penyakit bila masuk ke tubuh inangnya dan mampu bertahan di dalam tubuh manusia, kemudian akan menyerang sistem imun dan menimbulkan penyakit.²³

Penempelan *Escherichia coli* pada permukaan mukosa usus menggunakan pilus atau pili. Pili merupakan tonjolan dari dinding sel bakteri yang antigennya disebut antigen *fimbriae*. Mekanisme patogenesis ini memiliki beberapa tahap. Tahapan tersebut adalah kolonisasi pada titik tertentu di bagian sel mukosa permukaan usus, pembelahan sel, perusakan sel usus, melewati sel usus dan masuk peredaran darah, penambatan ke organ tertentu dan menyebabkan kerusakan organ.²³

2.3.6 Uji *Escherichia coli*

Uji yang dilakukan pada penelitian ini untuk mengidentifikasi *Escherichia coli* pada susu sapi cair yang sudah di pasteurisasi dan di dalam kemasan adalah uji Most Probable Number (MPN), uji identifikasi *Escherichia coli*, uji mikroskopis pewarnaan gram *Escherichia coli*.²⁴

2.4 *Aspergillus sp*

2.4.1 Epidemiologi Kasus *Aspergillus sp*

Kasus mikotosikosis masih perlu di waspadai walaupun pada tahun 2012 – 2013 kasus ini cukup rendah, namun semakin lama kasus ini semakin banyak terjadi. Hal ini dikarenakan, musim penghujan yang diperkirakan akan terjadi pada bulan Maret 2015 di wilayah Indonesia akan memengaruhi kelembapan yang akan membuat jamur lebih mudah berkembang. Penelitian di Medan melakukan pengujian Angka Lempeng Total (ALT) bakteri pada susu yang dijual di sekitar

Jalan Setia Budi. Hasilnya menunjukkan bahwa susu yang diuji memiliki nilai ALT sebesar 7.90×10 koloni/ml.²⁵

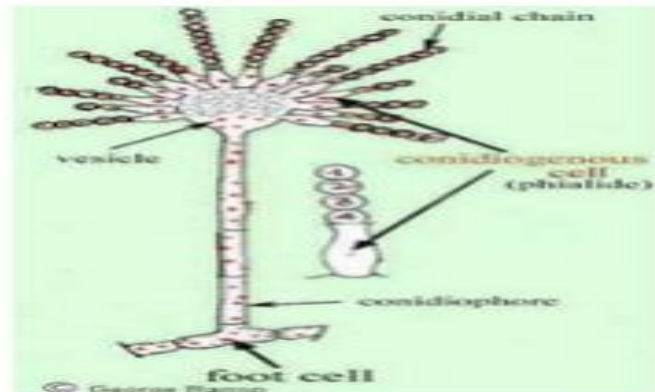
2.4.2 Definisi *Aspergillus sp*

Aspergillus sp adalah jamur ber filamen ber lurik yang sangat melimpah di dunia ini. Sebagian besar produk pertanian untuk konsumsi manusia atau ternak rentan terhadap kontaminasi oleh jamur ini.¹³ *Aspergillus sp* merupakan salah satu jenis mikroorganisme jamur eukariota yang termasuk ke dalam kelas *Ascomycota*. Secara mikroskopis *Aspergillus sp* memiliki ciri-ciri berupa hifa bersepta dan bercabang, konidiopor yang muncul dari foot cell (miselium yang bengkak dan berdinding tebal) membawa sterigma dan akan tumbuh menjadi konidia membentuk rantai berwarna hijau, coklat dan hitam. *Aspergillus sp* tumbuh membentuk koloni mold berserabut, smooth, cembung, koloni berwarna hijau kelabu, hijau coklat, hitam dan putih. Warna dari spora jamur ini akan memengaruhi warna koloni.²⁶

2.4.3 Klasifikasi dan Morfologi *Aspergillus sp*

Kingdom	: <i>Fungi</i>
Filum	: <i>Ascomycota</i>
Kelas	: <i>Ascomycetes</i>
Ordo	: <i>Eurotiales</i>
Famili	: <i>Trichocomaceae</i>
Genus	: <i>Aspergillus</i>
Spesies	: <i>Aspergillus sp</i>

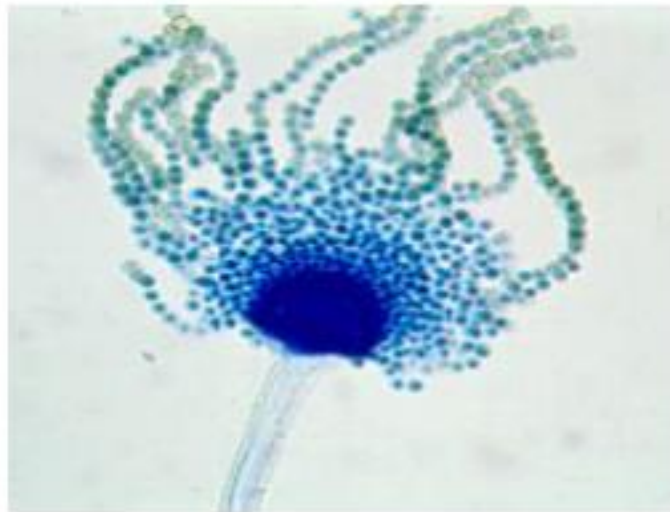
Jamur *Aspergillus sp* memiliki hifa selebar 2,5-8 mikro meter, memiliki cabang seperti kipas dan miselium yang bercabang, hifa yang muncul di atas permukaan adalah hifa fertil dan mempunyai koloni berkelompok, konidiopor bersepta atau nonsepta yang muncul dari foot cell, pada ujung hifa terdapat seperti gelembung, pada sterigma muncul konidium berwarna (hitam, coklat, kuning tua dan hijau) yang akan memberi warna pada jamur tersebut.²⁶



Gambar 2.2 Morfologi *Aspergillus sp*²⁶

a. *Aspergillus flavus*

Jamur ini sering terdapat pada makanan dan dapat merusak makanan. Konidia pada jamur ini membentuk sklerotia dan memiliki warna kuning hijau.²⁷



Gambar 2.3 *Aspergillus flavus*²⁷

b. *Aspergillus fumigatus*

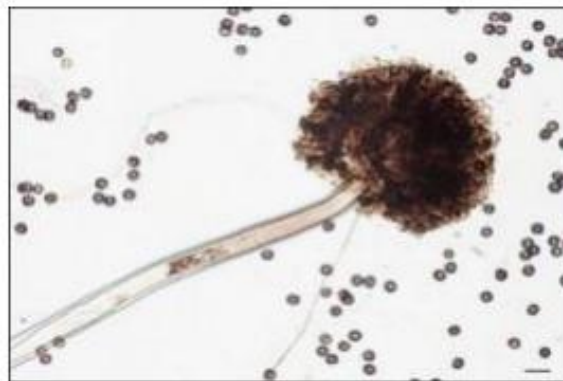
Pada konidia atas membentuk kolumnar yang memanjang memiliki warna hijau yang pekat. Vesikel mempunyai bentuk seperti piala, konidiopor ber dinding halus yang mempunyai warna hijau, konidia globusa, ekinulat berwarna hijau.²⁷



Gambar 2.4 *Aspergillus fumigatus*²⁷

c. *Aspergillus niger*

Konidia atasnya berwarna hitam, hitam kecoklatan hampir berwarna coklat violet. Bagian atas membesar membentuk globose. Konidiofora halus, tidak berwarna atas tegak berwarna coklat kuning. Vasikel mempunyai bentuk globose dengan bagian atas membesar, bagian ujung seperti batang kecil, konidia kasar menunjukkan lembaran atau pita bahkan berwarna hitam coklat.²⁷



Gambar 2.5 *Aspergillus niger*²⁷

d. *Aspergillus terreus*

Bagian atas kolumnar, kelabu pucat berbayang bayang atau sedikit agak terang. Konidiofora halus tidak berwarna, vesikel agak bulat dengan bagian atas tertutup sterigmata. Konidia kecil halus berbentuk globose hingga elips.²⁷



Gambar 2.6 *Aspergillus terreus*²⁷

2.4.4 Faktor yang mempengaruhi pertumbuhan jamur

Faktor pertumbuhan jamur sangat membutuhkan air lebih rendah dibandingkan dengan pertumbuhan khamir dan bakteri. Kebanyakan jamur tumbuh baik pada suhu kamar yaitu sekitar 25-30°C, tetapi ada beberapa yang dapat tumbuh pada suhu sekitar 35-37°C atau lebih tinggi, misalnya *Aspergillus sp.* Selain itu ada beberapa jamur yang tumbuh baik pada suhu lemari es dan ada beberapa yang masih dapat tumbuh lambat pada suhu di bawah suhu pembekuan, yaitu pada suhu 5°C-10°C.²⁷

Kebutuhan oksigen dan pH jamur umumnya bersifat aerobik yaitu membutuhkan oksigen untuk pertumbuhannya. Kebanyakan jamur akan tumbuh pada pH 2-8,5 tetapi pH rendah atau kondisi asam akan membuat jamur tumbuh lebih baik. Beberapa macam jamur menghasilkan zat komponen yang dapat menghambat organisme lainnya. Zat komponen ini adalah antibiotik. Beberapa zat lain yang bersifat mikotastik yaitu penghambat pertumbuhan jamur atau membunuh jamur. Pertumbuhan jamur akan tumbuh lambat apabila dibandingkan dengan pertumbuhan *Kapang* dan bakteri.²⁷

2.4.5 Patogenesis *Aspergillus sp*

Aspergillus sp adalah jamur yang dapat menghasilkan mikotoksin yang biasa disebut dengan aflatoxin. Mikotoksin merupakan zat yang di hasilkan jamur dalam bahan makanan dan bersifat tahan terhadap panas sehingga dengan

pengolahan atau pemanasan tidak akan menjamin zat ini akan berkurang aktifitas toksinnya. Pembentukan zat mikotoksin dipengaruhi beberapa faktor, yaitu faktor lingkungan dan lamanya kontak jamur dengan substrat. *Aspergillus sp* dapat menyebabkan penyakit aspergillosis. Paling sering adalah *Aspergillus flavus* dan *Aspergillus fumigatus* yang menyebabkan radang granulomatosis pada bronkus, telinga, mata, kulit, tulang, paru-paru dan meningen otak.²⁷

Aflatoksin merupakan singkatan dari *Aspergillus flavus* toxin yang artinya senyawa beracun dari jamur *Aspergillus flavus* atau jamur lainnya. Aflatoksin dapat bersifat immunosuppressif karena dapat menurunkan sistem imun tubuh.²⁶ Aflatoksin sangat berbahaya jika masuk ke dalam tubuh melalui makanan karena dapat menyebabkan kanker hati dan kematian. Gejala klinis lain yang dapat terjadi adalah muntah, sakit perut, paru-paru bengkak, kejang, koma dan jarang menyebabkan kematian jika segera tertangani.²⁷

Aflatoksin (Afs) yang dihasilkan oleh jamur dalam susu sapi bahkan setelah proses pasteurisasi. Aflatoksin memiliki efek klinis yang luar biasa sebagai agen karsinogenik pada manusia. Faktor-faktor yang menyebabkan kontaminasi jamur pada produk susu adalah kemampuan tumbuh pada suhu rendah, fermentasi sukrosa dan laktosa, produksi enzim hidrolisis lemak dan protein, produksi asam laktat dan asam sitrat serta ketahanan terhadap produk kimia. Senyawa mikotoksin di produksi oleh agen jamur sebagai metabolit sekunder yang menyebabkan masalah serius dan bahkan kematian pada manusia. Aflatoksin di produksi oleh spesies *Aspergillus sp*. Beberapa cara telah digunakan untuk mengurangi tingkat senyawa ini dalam produk susu. Namun, kontaminasi produk susu dengan toksin Aflatoksin telah menjadi masalah kesehatan yang sangat besar terutama di negara berkembang.¹¹

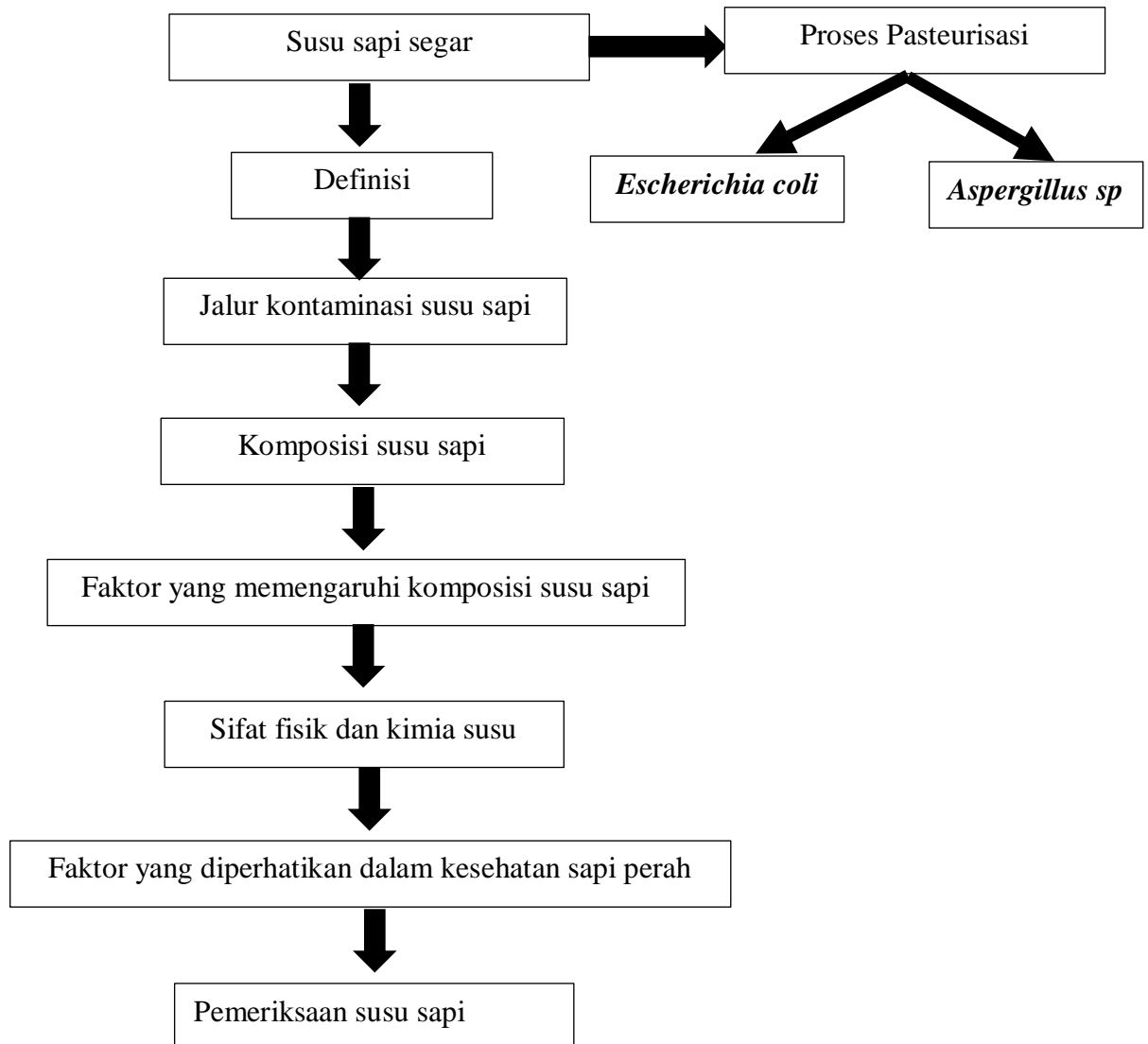
Mikotoksin adalah senyawa toksik yang diproduksi oleh jamur dari genus *Aspergillus*, *Fusarium* dan *Penicillium*. Dalam rantai makanan, mikotoksin dapat dirubah menjadi senyawa lainnya saat sampai ke konsumen. Ada beberapa metode untuk mendeteksi aflatoksin dalam produk susu, biasanya melewati prosedur analitik yaitu: pengambilan sampel, ekstraksi, pembersihan, penentuan dan kuantifikasi.²⁸ Pencemaran rantai makanan oleh jamur toksigenik dan

aflatoksin merupakan masalah global yang menyebabkan kerusakan pada susu yang akhirnya akan menyebabkan masalah kesehatan pada manusia.⁶ Selama ini penelitian hanya melakukan identifikasi bakteri yang ditemukan pada susu kemasan baik itu kotak, kaleng, botol dan plastik. Padahal keracunan jamur pada saat produk dihasilkan dapat menimbulkan masalah kesehatan.⁵

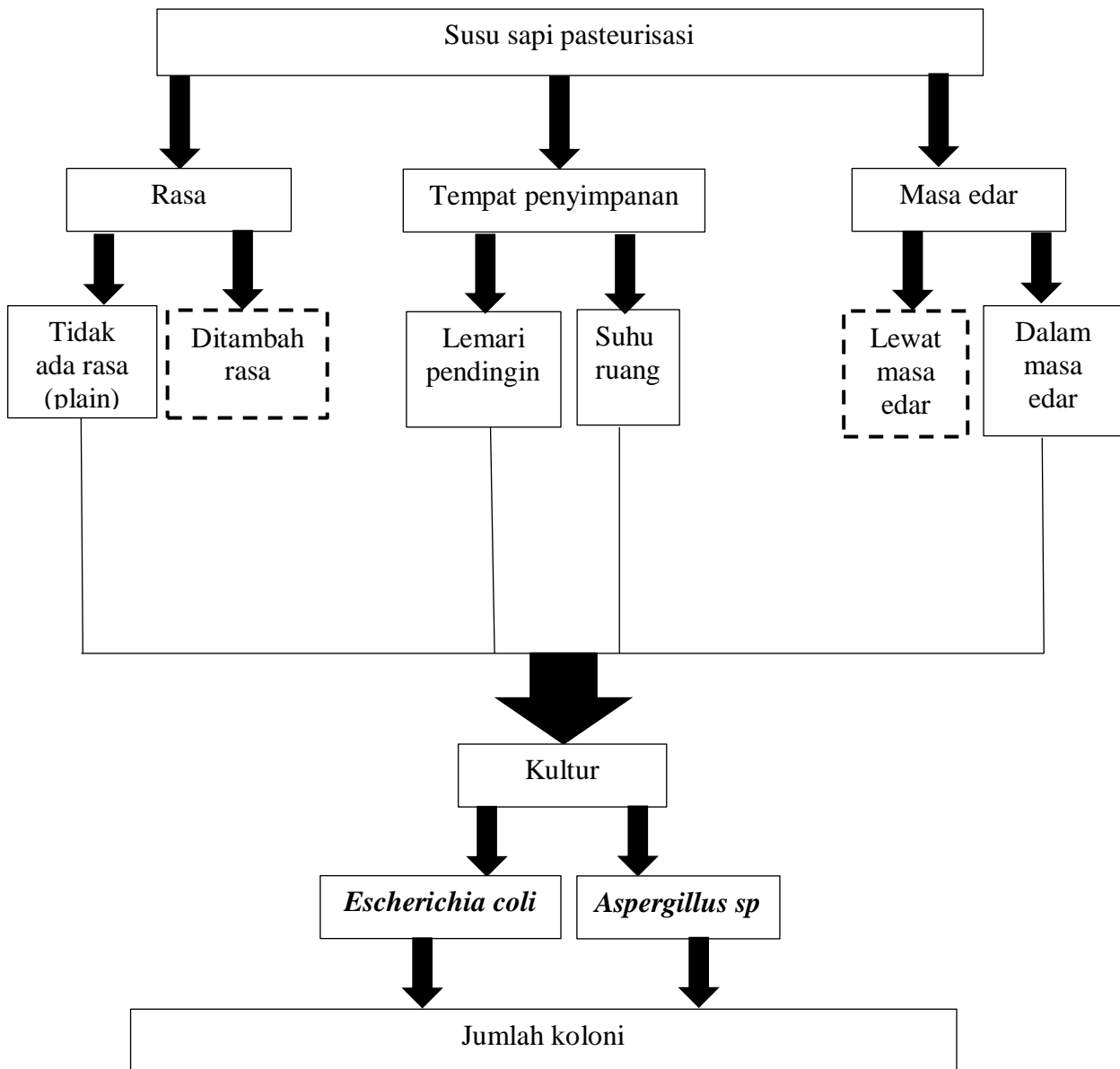
2.4.6 Uji *Aspergillus sp*

Uji yang dilakukan pada penelitian ini untuk mengidentifikasi *Aspergillus sp* pada produk pasteurisasi susu sapi kemasan adalah membuat sediaan agar, menghitung Angka Lempeng Total (ALT), pemeriksaan KOH dan kultur.

2.5 Kerangka Teori



2.6 Kerangka Konsep



Keterangan:

Diteliti

Tidak Diteliti

2.7 Hipotesa

Produk susu sapi pasteurisasi penyimpanan suhu ruang lebih banyak terdapat koloni *Escherichia coli* dan *Aspergillus sp* jika dibandingkan dengan produk susu sapi pasteurisasi penyimpanan lemari pendingin.

BAB III
METODE PENELITIAN

3.1 Definisi Operasional

Tabel 3.1 Definisi Operasional

No.	Variabel	Definisi Operasional	Alat ukur	Skala Ukur	Hasil Ukur
1.	Identifikasi <i>Escherichia coli</i>	Tindakan untuk mendeteksi keberadaan <i>Escherichia coli</i> dengan cara mengisolasi dan mengeramkan pada inkubator.	MPN, pewarnaan gram dan kultur	Numerik	Koloni/cc
2.	Identifikasi <i>Aspergillus sp</i>	Tindakan untuk mendeteksi keberadaan <i>Aspergillus sp</i> dengan cara mengisolasi dan kultur KOH 10%.	Pemeriksaan KOH dan kultur	Numerik	Koloni/cc
3.	Waktu masa edar	Masa dimana susu sesuai dengan tanggal kadaluarsa pada kemasan.	Tanggal kadaluarsa	Ordinal	Ya/Tidak
4.	Suhu tempat penyimpanan	Ruang dengan temperatur yang sesuai digunakan sebagai tempat penyimpanan.	Temperatur	Nominal	°C

3.2 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian deskriptif dengan studi observasional.

3.3 Waktu dan Tempat Penelitian

3.3.1 Waktu Penelitian

Tabel 3.2 Waktu Penelitian

No.	Jenis kegiatan	2022						
		Bulan						
		6	7	8	9	10	11	12
1.	Persiapan proposal	■	■					
2.	Seminar proposal			■				
3.	Pengumpulan data				■			
4.	Analisis data					■	■	
5.	Laporan hasil							■

3.3.2 Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Pengambilan sampel susu di ambil di beberapa minimarket yang terdapat di sekitar jalan HM. Joni.

3.4 Populasi dan Sampel Penelitian

3.4.1 Populasi Penelitian

Populasi penelitian ini adalah susu pasteurisasi yang beredar di minimarket sekitar jalan HM. Joni.

3.4.2 Sampel Penelitian

Sampel penelitian ini adalah semua susu pasteurisasi yang memenuhi kriteria inklusi.

Adapun kriteria inklusi dan eksklusi dalam penelitian ini adalah:

A. Kriteria Inklusi

Susu sapi pasteurisasi:

- Tidak ada rasa (plain)
- Kemasan kotak, botol plastik, pouch (bantal) dan kaleng
- Tidak melewati waktu masa edar
- Simpan pada lemari pendingin
- Diletak pada suhu ruang

B. Kriteria Eksklusi

Susu sapi pasteurisasi:

- Ditambah berbagai rasa

3.5 Teknik Pengambilan dan Besar Subjek Penelitian

3.5.1 Teknik Pengambilan Sampel

Teknik pengambilan sampel pada penelitian ini dengan menggunakan *Teknik systematic random sampling* yaitu pengambilan acak pada produk susu pasteurisasi yang terdapat di minimarket sekitar jalan HM. Joni yang memenuhi kriteria inklusi.

3.5.2 Besar Sampel

Jumlah sampel yang tersedia di minimarket sekitar 46 sampel susu pasteurisasi, 23 sampel tersebut diletak pada suhu ruang dan 23 sampel diletak pada lemari pendingin. Tetapi jumlah sampel yang memenuhi kriteria inklusi berkisar 40 sampel yang diambil dari 3 minimarket yang ada di sekitar Jalan HM. Joni dengan kemasan kotak, botol plastik, pouch (bantal) dan kaleng, tidak memiliki rasa (plain), diletak pada suhu ruang serta lemari pendingin dan tidak melewati waktu masa edar.

3.6 Instrumen Penelitian

3.6.1 Alat Penelitian

1. Gelas ukur
2. Tabung reaksi
3. Tabung erlenmeyer

4. Lampu spritus
5. Mikroskop
6. Inkubator
7. Ose
8. Cawan petri
9. Tabung durham
10. Tabung Lactose Broth (LB)
11. Pipet tetes
12. Rak tabung reaksi
13. Tisu

3.6.2 Bahan Penelitian

1. Susu sapi pasteurisasi
2. Larutan BPW (*Buffer Peptone Water*) 0,1%
3. Media SDA (*Sabaroud Dextrose Agar*)
4. Set pewarnaan gram
5. Media EMB agar
6. Set pemeriksaan KOH 10%
7. Media *Brilliant Green Lactose Broth* (BGLB)
8. Kloramfenikol 1%
9. Aquadest
10. Media PDA (*Potato Dextrose Agar*)
11. Media MCA (*McConkey Agar*)

3.7 Prosedur Penelitian

3.7.1 Identifikasi *Escherichia coli*

3.7.1.1 Menghitung *Most Probable Number* (MPN)²⁹

Pemeriksaan *Most Probable Number* (MPN) dilakukan dengan tabung ganda yang terdiri dari 3 tes yaitu: Tes perkiraan (*presumptive test*), tes penegasan (*confirmative test*) dan tes pelengkap (*completed test*).

Tes perkiraan (*Presumptive Test*)

Tujuan: mencari kuman peragi laktosa dan membentuk gas pada tabung durham pada suhu 37°C selama 24-48 jam. Media yang digunakan adalah *Lactose Broth* (LB), cara pemeriksaan:

Siapkan 7 tabung reaksi yang masing-masing berisi media *lactose broth* sebanyak 7 ml. tabung disusu pada rak tabung reaksi dan diberi tanda. Selanjutnya ambil bahan pemeriksaan yang telah disiapkan dengan pipet kemudian masukkan ke dalam: tabung 1 s/d 5 masing-masing sebanyak 7 ml, tabung ke 6 sebanyak 700 μ L dan tabung ke 7 sebanyak 70 μ L. Masing-masing tabung digoyang-goyang agar spesimen dan media tercampur. Inkubasikan pada suhu 35°C - 37°C selama 24 jam. Setelah 24 jam diperiksa ada tidaknya pembentukan gas pada tabung Durham.

Catat semua tabung yang menunjukkan peragian *lactose* (pembentukan gas):

1. Bila terbentuk gas pada tabung dinyatakan positif (+) dan dilanjutkan dengan tes penegasan.
2. Apabila tes dalam waktu 24 jam tidak membentuk gas, di masukkan ke dalam inkubator kembali pada suhu 37°C selama 24 jam. Bila terbentuk gas pada tabung Durham maka hasil menunjukkan positif (+) dan tes dilanjutkan dengan tes penegasan.
3. Bila tes negatif (-), berarti *colifecal* negatif (-) dan tidak perlu dilakukan tes penegasan.

Tes Penegasan (*Confirmative Test*)

Tujuan: untuk menegaskan apakah peragian dengan pembentukan gas pada tes perkiraan benar disebabkan oleh bakteri golongan *coli*. Media yang digunakan adalah *Brilliant Green Lactose Bile Broth* (BGLB) 2%, tes ini untuk menegaskan hasil positif dari tes perkiraan.

Dari tiap-tiap tabung *presumptive* yang positif, dipindahkan 1-2 ose ke dalam tabung *confirmative* yang berisi 10 ml BGLB 2%. Satu seri tabung BGLB 2% diinkubasikan pada suhu 35°C - 37°C selama 24-48 jam untuk memastikan adanya *colifecal* dan satu seri yang lain di inkubasikan pada suhu 44 °C selama 24

jam untuk memastikan adanya *coliform* selain *colifecal*. Pembacaan dilakukan setelah 24 - 48 jam dengan melihat jumlah tabung BGLB 2% yang menunjukkan positif (+) gas. BGLB 37°C yang positif (+) ditanam kembali ke media agar untuk memastikan adanya *colifecal*.

Tes Pelengkap (Completed Test)

Tujuan: untuk menentukan spesies golongan *coli*, apakah pencemaran disebabkan oleh bakteri golongan *coliform* atau *colifecal*. Setelah dapat di bedakan bakteri *coliform* dan *colifecal* pada uji penegasan, tanam bakteri pada media MCA dan di lanjutkan pada uji RBK yang terdiri dari: TSIA, SIM dan Sim. Citrat menggunakan ose bulat dan di inkubasi dengan suhu 37°C selama 24 jam.

3.7.1.2 Pembacaan Hasil Pemeriksaan Laboratorium

Pembacaan hasil dari tes penegasan dilakukan dengan menghitung jumlah tabung yang menunjukkan adanya gas baik pada seri tabung yang di inkubasi pada suhu 37°C maupun pada seri tabung yang di inkubasi pada suhu 44°C. Angka yang diperoleh di cocokkan dengan tabel MPN, maka akan diperoleh indeks MPN *coliform* untuk tabel yang di inkubasi pada suhu 44°C dan indeks MPN *Escherichia coli* untuk tabung yang di inkubasi pada suhu 37°C.

3.7.1.3 Pewarnaan Gram *Escherichia coli*

Dari tabung BGLB yang positif, ambil biakan dengan ose kemudian buat goresan pada media *Eosin Methylene Blue Agar* (EMBA), dan inkubasi pada suhu 35°C selama 18-24 jam. Amati koloni yang berwarna hitam atau gelap pada bagian pusat koloni, dengan atau tanpa metalik kehijauan yang mengkilap dengan diameter 2-3 mm pada media EMBA.²⁴

Pada EMBA, ambil koloni yang berwarna hitam atau gelap pada bagian tengah koloni, dengan atau tanpa metalik kehijauan yang mengkilap dengan ose. Kemudian diletakkan dia atas kaca preparat, fiksasi kan diatas api dengan cara melewatkan kaca preparat diatas api sebanyak dua kali. Teteskan gentian violet sampai seluruh lingkaran tertutupi, tunggu sampai 5 menit. Bersihkan diatas air mengalir. Lalu teteskan lugol dan tunggu hingga 1 menit. Bersihkan kembali diatas air mengalir. Teteskan alkohol pada seluruh permukaan sampai tidak ada warna yang luntur kembali. Bersihkan kembali diatas air mengalir. Teteskan

safranin dan tunggu hingga 2 menit. Bersihkan kembali di atas air mengalir. Keringkan preparat di atas tisu. Setelah kering, teteskan minyak emersi terlebih dahulu sebanyak satu tetes. Kemudian periksa preparat dibawah mikroskop dari perbesaran paling kecil terlebih dahulu. Setelah menemukan koloni, ganti perbesaran hingga 100 kali. Bentuk *Escherichia coli* yang sesuai adalah berwarna merah batang pendek dan koloni tunggal.²⁴

3.7.2 Identifikasi *Aspergillus sp*

3.7.2.1 Prosedur Pengambilan Sampel Susu Pasteurisasi

Prosedur yang dilakukan dimulai dengan membeli susu pasteurisasi yang sesuai dengan kriteria inklusi. Lalu menuangkan susu pada tabung reaksi steril.²⁶

3.7.2.2 Pemeriksaan *Aspergillus sp*

Langkah-langkah yang dapat dilakukan adalah menimbang media SDA sebanyak 16,25 gr, larutkan pada akuades 120 ml. Mengatur pH 5,6, apabila pH tidak sesuai dapat ditambahkan larutan HCL 10% atau NaOH 10%, selanjutnya panaskan media diatas hot plate dan tambahkan larutan antibiotik chloramphenicol sebanyak 0,5 ml. Lakukan sterilisasi di suhu 121°C selama 15 menit dan tuang media SDA pada cawan petri.²⁶

Siapkan alat dan bahan yang dibutuhkan. Cawan petri dengan media SDA yang sudah di fiksasi dengan cara melewatkan cawan petri pada api bunsen, buka tutup cawan petri lalu teteskan susu menggunakan pipet tetes sebanyak 3-4 tetes hingga rata. Lalu fiksasi kembali cawan petri yang sudah ditanami sampel susu kemudian inkubasi selama 3-5 hari dengan suhu 27°C. Lakukan pengamatan secara makroskopis dan mikroskopis.²⁶

Siapkan alat dan bahan yang diperlukan. Fiksasi ose diatas api bunsen dan ambil koloni dan letakkan pada objek glass. Teteskan 1 tetes cairan KOH 10% pada objek glass. Tunggu sampai 5-10 menit, lalu tutup objek glass dengan deck glass. Amati dibawah mikroskop dengan pembesaran terkecil hingga terbesar menggunakan minyak emersi.²⁶

3.7.2.3 Menghitung Angka Lempeng Total (ALT)

Metode kuantitatif yang digunakan untuk menghitung jumlah mikroba yang ada pada suatu sampel umumnya dikenal dengan Angka Lempeng Total (ALT). Uji angka jamur dilakukan dengan pembuatan larutan kloramfenikol 1%. Sebanyak 1 gr kloramfenikol ditimbang, kemudian dilarutkan dalam 100 ml aquadest steril. Satu mililiter dari setiap pengenceran sampel di pipet dan dituangkan pada cawan petri. Ke dalam tiap cawan petri dituangkan 15 ml media PDA (*Potato Dextrose Agar*) yang sebelumnya telah ditambahi dengan 1 ml larutan kloramfenikol 1%. Cawan petri segera digoyangkan sambil diputar agar suspensi sampel tersebar merata. Media PDA juga ditambahkan antibiotik kloramfenikol 1% yang bertujuan untuk menghambat pertumbuhan bakteri pada media sehingga yang tumbuh pada media hanya jamur. Cawan petri yang sudah dituangkan media PDA dibiarkan memadat pada cawan petri, seluruh cawan petri di inkubasi secara terbalik pada suhu 25°C selama 5 hari. Setelah 5 hari di inkubasi, catat jumlah koloni jamur yang tumbuh. Perhitungan yang digunakan untuk menghitung jumlah jamur adalah jumlah koloni/gr. Nilai yang dikatakan baik menurut Badan Standarisasi Nasional tahun 2009 apabila ditemukan jumlah kapang <2/10 koloni/gr.³⁰

3.8 Pengolahan dan Analisis Data

3.8.1 Pengolahan Data

Pengolahan data merupakan salah satu langkah yang penting untuk membuat penyajian data sebagai hasil dan kesimpulan yang baik. Setelah data terkumpul dan dianalisa selanjutnya dilakukan pengolahan data melalui tahapan editing, coding, tabulating, processing, cleaning dan saving.²⁶

a. Editing

Kegiatan yang bertujuan untuk melakukan pengecekan terhadap kelengkapan data sampel penelitian.

b. Coding

Kegiatan pengubahan data menjadi bentuk kalimat atau huruf menjadi bentuk angka atau bilangan.

c. Tabulating

Kegiatan penyajian data menjadi dalam bentuk tabel.

d. Processing

Kegiatan meng input data penelitian ke dalam perangkat computer.

e. Cleaning

Kegiatan mengecek kembali data penelitian yang telah di proses untuk menghindari kesalahan dan kekeliruan.

f. Saving

Kegiatan menyimpan data.

3.8.2 Analisis Data

Analisis data adalah bagian yang sangat penting agar tercapainya tujuan pokok penelitian. Analisa data penelitian ini menggunakan rumus:²⁶

$$P = F/N \times 100\%$$

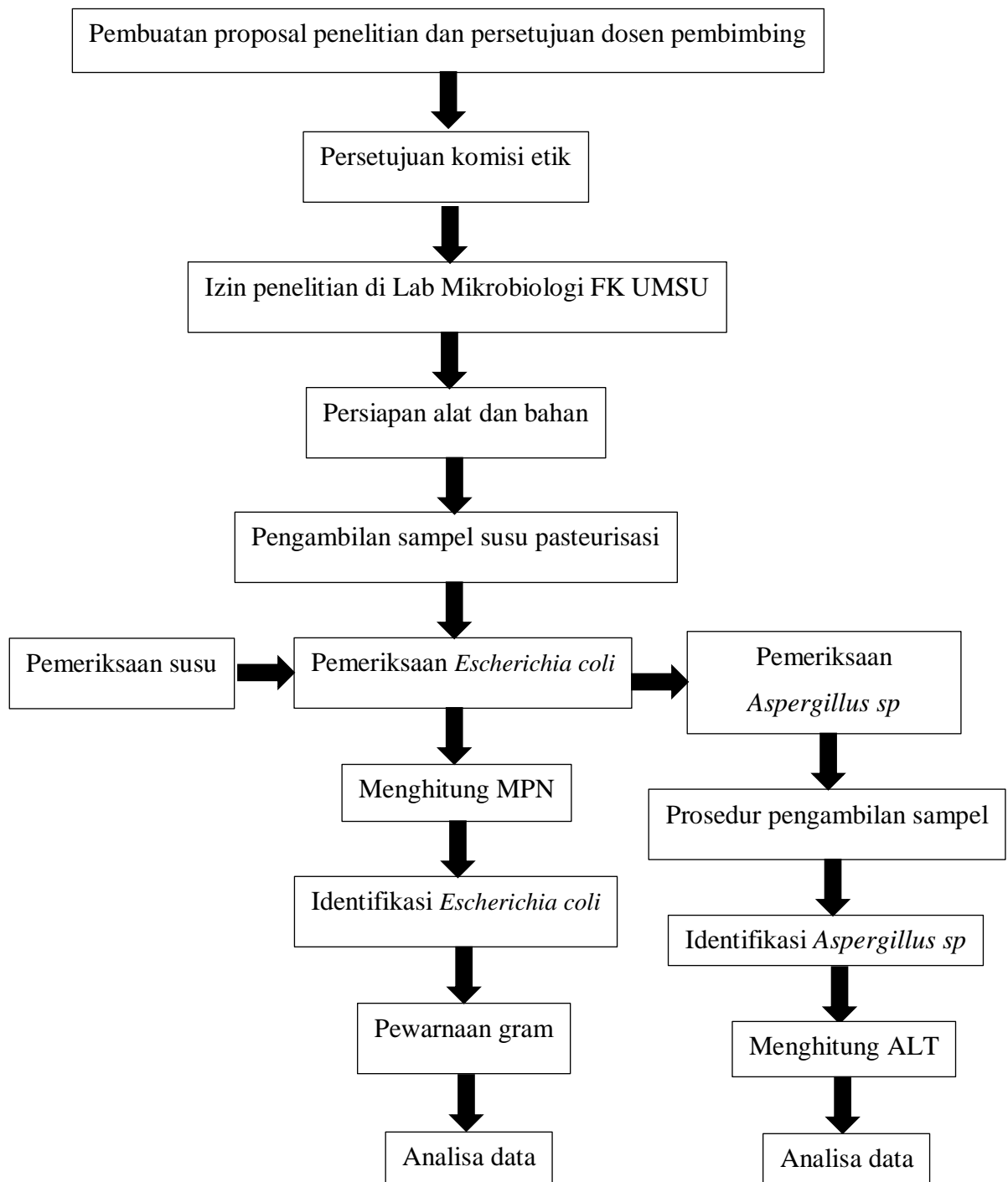
Keterangan:

P : persentase

F : frekuensi susu yang positif terdapat *Escherichia coli* dan *Aspergillus sp*

N : jumlah seluruh susu yang diperiksa

3.9 Alur Penelitian



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

4.1.1 Deskripsi Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU) di jalan Gedung Arca No.53, Medan.

4.1.2 Deskripsi Sampel Penelitian

Sampel penelitian ini adalah susu sapi pasteurisasi yang telah memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi yang telah ditentukan oleh peneliti. Total sampel dalam penelitian adalah 44 sampel yang terdiri dari 22 sampel susu dengan penyimpanan suhu ruang dan 22 sampel susu dengan penyimpanan lemari pendingin.

4.1.3 Hasil Pertumbuhan *Escherichia coli*

Tabel 4.1 Hasil Uji Tes *Most Probable Number* (MPN) *Escherichia coli* Pada Sampel Susu Sapi Pasteurisasi

Tempat Penyimpanan		Hari 1	Hari 2
Suhu Ruang		-	-
Lemari Pendingin	1. LB	11 (7 ml, 700 μ L)	11 (7 ml, 700 μ L)
	2. BGLB	5 (7 ml, 700 μ L)	5 (7 ml, 700 μ L)
	3. MCA	2 (7 ml)	2 (7 ml)
	4. EMBA	2 (7 ml)	2 (7 ml)
Total:		20	20

Berdasarkan Tabel 4.1 menunjukkan bahwa dari 22 sampel susu sapi pasteurisasi penyimpanan suhu ruang tidak terdapat pertumbuhan *Escherichia coli* sehingga penelitian tidak perlu dilanjutkan pada Tes Penegasan (*Confirmative Test*) dan Tes Pelengkap (*Completed Test*), sedangkan 22 sampel susu sapi pasteurisasi penyimpanan lemari pendingin terdapat 11 sampel positif pada

konsentrasi 7 ml dan 700 μ L dijumpai pertumbuhan gas sehingga penelitian perlu dilanjutkan pada Tes Penegasan (*Confirmative Test*), pada Tes Penegasan (*Confirmative Test*) terdapat 5 sampel positif pada konsentrasi 7 ml dan 700 μ L dijumpai pertumbuhan gas sehingga penelitian perlu dilanjutkan pada Tes Pelengkap (*Completed Test*), pada Tes Pelengkap (*Completed Test*) terdapat 2 sampel positif pada konsentrasi 7ml dijumpai koloni *Escherichia coli* berwarna metalik kehijauan yang mengkilap.

4.1.4 Menghitung *Most Probable Number* (MPN)

Tabel 4.2 Menghitung *Most Probable Number* (MPN) Dengan Sampel Susu Sapi Pasteurisasi Penyimpanan Lemari Pendingin

	Jumlah Tabung Gas (+)			Index MPN
	7ml	700 μ L	70 μ L	
1	0	0		4
3	0	0		23
Total:	4			27

Berdasarkan tabel 4.2 menunjukkan hasil dari Index *Most Probable Number* (MPN) pada sampel susu sapi pasteurisasi penyimpanan lemari pendingin sedangkan pada sampel susu sapi pasteurisasi penyimpanan suhu ruang tidak dilakukan uji MPN.

4.1.5 Hasil Pertumbuhan *Aspergillus sp*

Tabel 4.3 Hasil Pertumbuhan *Aspergillus sp* media PDA Dengan Sampel Susu Sapi Pasteurisasi Penyimpanan Suhu Ruang dan Lemari Pendingin

Tempat Penyimpanan	KOH 10%
Suhu Ruang	-
Lemari Pendingin	1
Total:	1

Berdasarkan Tabel 4.3 menunjukkan bahwa dari 22 sampel susu sapi pasteurisasi penyimpanan suhu ruang tidak terdapat pertumbuhan *Aspergillus sp* setelah dilakukan pemeriksaan dengan KOH 10%, sedangkan pada sampel susu sapi pasteurisasi penyimpanan lemari pendingin terdapat 1 sampel positif dijumpai koloni *Aspergillus sp* setelah dilakukan pemeriksaan dengan KOH 10%.

4.2 Pembahasan

Hasil penelitian Identifikasi Bakteri *Escherichia coli* Pada Susu Sapi Segar Dan Susu Sapi Cair Kemasan *Ultra High Temperature* (UHT) Di Kecamatan Mampang Prapatan Tahun 2015. Sampel susu cair kemasan UHT penyimpanan suhu ruang dinyatakan negatif karena tidak ditemukan tabung LB yang positif sehingga tes tidak dilanjutkan ke tahap selanjutnya.²⁴ Perbedaan pada penelitian yang saya lakukan adalah menggunakan sampel susu pasteurisasi dengan dua kondisi penyimpanan yaitu penyimpanan suhu ruang dan lemari pendingin serta dilakukan pemeriksaan koloni *Aspergillus sp* pada sampel. Sampel susu pasteurisasi penyimpanan suhu ruang yang saya gunakan tidak terdapat pertumbuhan koloni *Escherichia coli* dan *Aspergillus sp*, namun tidak menutup kemungkinan tumbuh koloni bakteri atau jamur jenis lain. Hal ini tidak dapat saya buktikan karena saya tidak melakukan pemeriksaan terhadap bakteri dan jamur selain *Escherichia coli* dan *Aspergillus sp*.

Kasus keracunan akibat konsumsi susu pasteurisasi sering terjadi. Salah satu kasus yang terjadi yaitu di daerah Cilacap, Kepala Bidang Pencegahan dan Pengendalian Penyakit Dinas Kesehatan Cilacap mengungkapkan sekitar 15 siswa

di SDN 3 Sidanegara Cilacap mengalami gejala keracunan, seperti mual, pusing dan muntah setelah konsumsi susu pasteurisasi penyimpanan suhu ruang.³¹

Pada studi yang diterbitkan dalam jurnal *Emerging Infectious Diseases* menganalisis data dari tahun 2009 hingga 2014 di dapatkan hasil 87 kasus keracunan makanan di sebabkan oleh *Escherichia coli*, *Campylobacter* dan *Listeria*. Peneliti juga menjelaskan bahwa sekitar 96% dari kasus tersebut di sebabkan oleh konsumsi susu tanpa pasteurisasi.³²

Escherichia coli merupakan bakteri Coliform golongan Coliform fecal yang artinya apabila bakteri ini terdapat di dalam makanan atau minuman menunjukkan kemungkinan adanya mikroba yang bersifat toksigenik sehingga berbahaya bagi kesehatan manusia jika dikonsumsi.⁹

Susu merupakan sumber makanan yang baik bagi manusia karena berbagai kandungan gizinya, namun hal ini membuat pertumbuhan bakteri semakin meningkat. *Escherichia coli* dijadikan indikator bahwa terdapat cemaran feses hewan ke dalam susu sapi. Sehingga untuk mengurangi risiko terjadinya penyakit pada manusia diperlukan penanganan yang baik dalam pengolahan produk susu sapi sebelum dikonsumsi oleh manusia. Penanganan pada susu sapi dilakukan dengan proses pendinginan, pemanasan, pasteurisasi dan sterilisasi. Semakin lama penanganan pada susu makan semakin meningkatkan pertumbuhan bakteri dan jamur.⁹

Penelitian mengenai Pengamatan Jenis-Jenis Jamur Yang Ditemukan Pada Minuman Susu Segar Dan Susu Kemasan di Pondok Rangan Jakarta Timur membandingkan sampel susu segar dari tempat pemerahan dengan sampel susu plain kemasan penyimpanan suhu ruang dari swalayan. Selain itu, peneliti juga ingin mengetahui pengaruh penggunaan kemasan serta kondisi penyimpanan terhadap pertumbuhan jamur pada susu. Sampel susu plain kemasan kotak atau kardus yang telah diproses secara UHT dijumpai *Kapang* dan *Aspergillus sp* yang artinya susu dalam kemasan kardus yang telah di sterilisasi dengan menggunakan *Ultra High Temperature* (UHT) juga masih dapat tercemar oleh *Kapang* dan *Aspergillus sp*. Hasil pemeriksaan pada susu plain kemasan kotak yang dijual

tanpa alat pendingin dan masih dalam waktu masa edar juga tercemar oleh jamur berupa *Kapang*, *Aspergillus sp* dan *Penicillium sp*.⁵

Susu yang telah terkontaminasi jamur akan bersifat toksin bila dikonsumsi oleh manusia.⁶ Hal ini dikarenakan *Aspergillus sp* merupakan jamur yang dapat menghasilkan mikotoksin yang biasa disebut dengan Aflatoxin. Mikotoksin merupakan zat yang dihasilkan jamur dalam bahan makanan dan bersifat tahan terhadap panas sehingga dengan pengolahan atau pemanasan tidak menjamin zat ini akan berkurang aktifitas toksinnya. Pembentukan zat mikotoksin dipengaruhi beberapa faktor, yaitu faktor lingkungan dan lamanya kontak jamur dengan substrat. Aflatoxin merupakan singkatan dari *Aspergillus flavus* toxin yang artinya senyawa beracun dari jamur *Aspergillus flavus* atau jamur lainnya.²⁷ Aflatoxin juga terdapat pada susu sapi bahkan setelah melewati proses pasteurisasi. Faktor-faktor yang menyebabkan kontaminasi jamur pada produk susu adalah kemampuan tumbuh pada suhu rendah, fermentasi sukrosa dan laktosa dan produksi asam laktat. Beberapa cara telah digunakan untuk mengurangi tingkat senyawa ini dalam produk susu sapi. Namun, kontaminasi produk susu dengan Aflatoxin masih menjadi masalah dalam produk susu sapi.¹¹

Studi kasus di Swedia mengenai Pasteurized non-fermented cow's milk but not fermented milk is a promoter of mTORC1-driven aging and increased mortality menjelaskan bahwa konsumsi susu non pasteurisasi dapat meningkatkan angka kejadian mortalitas. Hal ini dikarenakan negara Swedia menjadi salah satu negara yang menduduki tingkat tertinggi konsumsi susu non pasteurisasi, diketahui bahwa susu non pasteurisasi banyak mengandung patogen berbahaya seperti *Brucella*, *Campylobacter*, *Escherichia coli* dan *Salmonella* yang dapat menyebabkan masalah kesehatan ketika masuk ke dalam saluran pencernaan. Pemberian susu non pasteurisasi pada bayi juga dapat menyebabkan penyakit parah hingga kematian pada bayi, sementara jika ibu hamil mengonsumsi susu non pasteurisasi dapat mengganggu kesehatan ibu dan janin hingga menimbulkan keguguran. Sejak tahun 1937 penduduk Swedia banyak mengonsumsi susu non pasteurisasi, pada tahun 2007 sekitar 5% penduduk Swedia sudah mulai mengonsumsi susu pasteurisasi dan semakin meningkat hingga tahun 2018.

Besarnya efek samping kesehatan mengonsumsi susu pasteurisasi sangat tampak jelas karena menurunnya angka mortalitas di Swedia. Revolusi industri dengan diperkenalkannya pasteurisasi dan pendinginan susu dapat membatasi pertumbuhan patogen yang merugikan.³³

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian Identifikasi *Escherichia coli* Dan *Aspergillus sp* Pada Produk Pasteurisasi Susu Sapi Kemasan yang telah memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi di Minimarket sepanjang Jalan HM. Joni dapat disimpulkan bahwa pertumbuhan koloni *Escherichia coli* dan *Aspergillus sp* positif pada sampel dengan penyimpanan lemari pendingin dan kemasan kardus atau kotak.

5.2 Saran

Beberapa saran dari peneliti sebagai tindak lanjut dari penelitian ini yaitu:

1. Untuk peneliti selanjutnya
 - a. Meneliti perbandingan pertumbuhan *Escherichia coli* dan *Aspergillus sp* pada susu segar dan susu pasteurisasi.
 - b. Mencantumkan tanggal produksi dan tanggal kedaluwarsa pada sampel yang digunakan.
 - c. Menggunakan suatu kontrol untuk meningkatkan akurasi pada hasil penelitian.
2. Bagi minimarket wilayah pengambilan sampel produk pasteurisasi susu sapi kemasan untuk selalu memperhatikan kebersihan ruangan terutama lemari pendingin agar dapat mencegah kontaminasi dari *Escherichia coli* dan *Aspergillus sp*.

5.3 Catatan Penelitian

1. Pada penelitian yang saya lakukan di dapat hasil yang tidak sesuai dengan referensi yang digunakan. Pada referensi yang saya gunakan di dapat hasil negatif (-) susu pada susu penyimpanan lemari pendingin, sedangkan pada penelitian saya di dapat hasil positif (+) pada lemari pendingin.
2. Penelitian saya tidak memiliki suatu kontrol agar akurasi hasil yang di dapat semakin meningkat.

3. Tidak mencantumkan tanggal produksi dan tanggal kedaluwarsa pada sampel yang digunakan.
4. Tidak menggunakan volume sampel sesuai dengan referensi yang digunakan.


DAFTAR PUSTAKA

1. Alpysbaeva SN, Stroeva G V., Shuneev SZ, Bakdolotov AA. Jurnal 19. *Stud Russ Econ Dev.* 2020;31(1):120-127. <https://remote-lib.ui.ac.id:2141/article/10.1134/S1075700720010025>
2. Khurana SK, Sehrawat A, Tiwari R, et al. Bovine brucellosis—a comprehensive review. *Vet Q.* 2021;41(1):61-88. doi:10.1080/01652176.2020.1868616
3. Boor KJ, Wiedmann M, Murphy S, Alcaine S. A 100-Year Review: Microbiology and safety of milk handling. *J Dairy Sci.* 2017;100(12):9933-9951. doi:10.3168/jds.2017-12969
4. Mandrioli M, Boselli E, Fiori F, Teresa Rodriguez-Estrada M. Vitamin D3 in high-quality cow milk: An Italian case study. *Foods.* 2020;9(5):1-9. doi:10.3390/foods9050548
5. Arai, Soichi. Toshiko O et al. Jurnal 4.Pdf. *Fuctional Food Sci.* 2001;65:1-13.
6. Álvarez-Días F, Torres-Parga B, Valdivia-Flores AG, et al. Aspergillus flavus and Total Aflatoxins Occurrence in Dairy Feed and Aflatoxin M1 in Bovine Milk in Aguascalientes, Mexico. *Toxins (Basel).* 2022;14(5):1-9. doi:10.3390/toxins14050292
7. Ismail A, Gonçalves BL, de Neeff D V., et al. Aflatoxin in foodstuffs: Occurrence and recent advances in decontamination. *Food Res Int.* 2018;113(October 2017):74-85. doi:10.1016/j.foodres.2018.06.067
8. Resnawati H. Kualitas susu pada berbagai pengolahan dan penyimpanan. *Semiloka Nas Prospek Ind Sapi Perah Menuju Pedagang Bebas.* 2020;19(2):497-502.
9. Feronika T. KARYA TULIS ILMIAH ANALISA Escherichia coli PADA SUSU SAPI PERAH TASE FERONIKA POLITEKNIK KESEHATAN KEMENKES MEDAN JURUSAN TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIS TAHUN 2020. Published online 2020.
10. Sholikah N, Mufid AA, Bachrul AS, Hidayat TR, Yoga Y. Pengolahan Susu Sapi menjadi Susu Pasteurisasi untuk Meningkatkan Nilai Susu dan Daya Jual. *J Pembelajaran Pemberdaya Masy.* 2021;2(1):75. doi:10.33474/jp2m.v2i1.10448
11. Faghihi Shahrestani F, Tajabadi Ebrahimi M, Bayat M, Hashemi J, Razavilar V. Identification of dairy fungal contamination and reduction esistant rile bid and cahree tmount by a1 flatoxin maof probiotic bacteria. *Arch Razi Inst.* 2021;76(1):119-126. doi:10.22092/ari.2019.126572.1347
12. Shazari PA, Soleha TU, Carolia N, Ramadhian MR. Perbandingan Jumlah Bakteri Escherichia coli pada Susu Sapi Pasteurisasi dan Susu Sapi Ultra High Temperature (UHT) yang Beredar di Bandar Lampung. *Majority.* 2017;8(2):125-130. <http://digilib.unila.ac.id/id/eprint/26451>
13. Rodríguez-Díaz JM, Calahorrano-Moreno MB, Ordoñez-Bailon JJ, Baquerizo-Crespo RJ, Dueñas-Rivadeneira AA, Maria MC. Contaminants

- in the cow's milk we consume? Pasteurization and other technologies in the elimination of contaminants. *F1000Research*. 2022;11:1-34. doi:10.12688/f1000research.108779.1
14. Zhang Y, Min L, Zhang S, et al. Proteomics analysis reveals altered nutrients in the whey proteins of dairy cow milk with different thermal treatments. *Molecules*. 2021;26(15):1-8. doi:10.3390/molecules26154628
 15. Aritonang SN. *Susu Dan Teknologi*; 2017. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsames.2011.03.003><https://doi.org/10.1016/j.gr.2017.08.001><http://dx.doi.org/10.1016/j.precamres.2014.12.018><http://dx.doi.org/10.1016/j.precamres.2011.08.005><http://dx.doi.org/10.1080/00206814.2014.902757><http://dx.doi.org/10.1080/00206814.2014.902757>
 16. Wijayanti S. Identifikasi Dan Pemeriksaan Jumlah Total Bakteri Susu Sapi Segar Dari Koperasi Unit Desa Sari Wijayanti K 100050024 Fakultas Farmasi. Published online 2009.
 17. Wulandari Z, Taufik E, Syarif M. Kajian Kualitas Produk Susu Pasteurisasi Hasil Penerapan Rantai Pendingin. *J Ilmu Produksi dan Teknol Has Peternak*. 2017;5(3):94-100. doi:10.29244/jipthp.5.3.94-100
 18. Kristanti N. Daya Simpan Susu Pasteurisasi Ditinjau Dari Kualitas Mikroba Termoturik Dan Kualitas Kimia. *J Ilmu dan Teknol Has Ternak*. 2017;12(1):1-7. doi:10.21776/ub.jitek.2017.012.01.1
 19. Stephenson A V. Jurnal 16. *Atl Econ J*. 2018;46(4):405-417. <https://doi.org/10.1007/s11293-018-9601-y>
 20. Centorotola G, Sperandii AF, Tucci P, et al. Survival rate of Escherichia coli O157 in artificially contaminated raw and thermized ewe milk in different Pecorino cheese production processes. *Int J Food Microbiol*. 2021;347(February):109175. doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2021.109175
 21. Niken A. Jurnal Difusi, Osmosis dan Imbisi, Fisiologi Tumbuhan. 2020;19:19. https://www.academia.edu/43536262/Jurnal_DIFUSI_OSMOSIS_DAN_IMBIBISI_Fisiologi_Tumbuhan
 22. Efendi VO, Yempita E. Mikrobiologi Hasil Perikanan. *Bung Hatta Univ Press*. 2013;1(9):1-106.
 23. Rahayu WP, Nurjanah S, Komalasari E. Escherichia coli: Patogenitas, Analisis, dan Kajian Risiko. *J Chem Inf Model*. 2018;53(9):5.
 24. Latifa OHA. Identifikasi Bakteri Escherichia Coli Pada Susu Sapi Segar Dan Susu Sapi Cair Kemasan Ultra High Temperature (Uht) Di Kecamatan Mampang Prapaptan Tahun 2015. Published online 2015:1-56.
 25. Mayssara A, Abo Hassanin Supervised A, Munawarah SH, Misnaniarti M, et al. 濟無No Title No Title No Title. *Pap Knowl Towar a Media Hist Doc*. 2019;7(1):1-33. https://www.bertelsmann-stiftung.de/fileadmin/files/BSt/Publikationen/GrauePublikationen/MT_Globalization_Report_2018.pdfhttp://eprints.lse.ac.uk/43447/1/India_globalisation%2C_society_and_inequalities%28sero%29.pdf<https://www.quora.com/What-is-the>

26. Pujiati W. Identifikasi jamur *Aspergillus* sp pada tepung di Terigu (Studi di Pasar Legi Jombang). *STIKes Insa Cendekia Med*. Published online 2018:67.
27. Syaifuddin AN. Identifikasi Jamur *Aspergillus* Sp Pada Roti Tawar Berdasarkan Masa Sebelum dan Sesudah Kadaluarasa. *STIKes Insa Cendekia Med*. Published online 2017:1-33.
28. Vaz A, Cabral Silva AC, Rodrigues P, Venâncio A. Detection methods for aflatoxin m1 in dairy products. *Microorganisms*. 2020;8(2):1-16. doi:10.3390/microorganisms8020246
29. Ademi BF, Rinanda T. Deteksi Cemaran *Escherichia coli* pada Daging Burger Penjual Kaki Lima di Desa Kopelma Darussalam dan Restoran Cepat Saji di Banda Aceh. *J Kedokt Syiah Kuala*. 2011;11(3):134-142.
30. Artanti D. Pemeriksaan Jumlah Kapang Pada Terasi Dalam Kemasan Tanpa Merk Di Pasar Kecamatan Tambaksari. *Skripsi, Univ Muhammadiyah Surabaya*. 2018;3:103-111.
31. Mathematics A. 濟無No Title No Title No Title. Published online 2016:1-23.
32. Jenis UJI, Penghantar K, Volta D, Kalorimeter M. Digital Digital Repository Repository Universitas Universitas Jember Jember Digital Digital Repository Repository Universitas Universitas Jember Jember. Published online 2017.
33. Melnik BC, Schmitz G. Pasteurized non-fermented cow's milk but not fermented milk is a promoter of mTORC1-driven aging and increased mortality. *Ageing Res Rev*. 2021;67(January):101270. doi:10.1016/j.arr.2021.101270

Lampiran 1 *Ethical Clearance*



UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

KOMISI ETIK PENELITIAN KESEHATAN
 HEALTH RESEARCH ETHICS COMMITTEE
 FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
 FACULTY OF MEDICINE UNIVERSITY OF MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

KETERANGAN LOLOS KAJI ETIK
 DESCRIPTION OF ETHICAL APPROVAL
 "ETHICAL APPROVAL"
 No : 886/KEPK/FKUMSU/2022

Protokol penelitian yang diusulkan oleh :
The Research protocol proposed by

Peneliti Utama : Jilhan Aulia
Principal in Investigator

Nama Institusi : Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Name of the Institution *Faculty of Medicine University of Muhammadiyah Sumatera Utara*

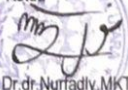

Dengan Judul
Title

"IDENTIFIKASI ESCHERICHIA COLI DAN ASPERGILLUS SP PADA PRODUK PASTEURISASI SUSU SAPI KEMASAN"
"IDENTIFICATION OF ESCHERICHIA COLIA AND ASPERGILLUS SP PACKED COW'S MILK PASTEURIZATION PRODUCTS"

Dinyatakan layak etik sesuai 7 (tujuh) Standar WHO 2011, yaitu 1) Nilai Sosial, 2) Nilai Ilmiah
 3) Pemerataan Beban dan Manfaat, 4) Resiko, 5) Bujukan / Eksploitasi, 6) Kerahasiaan dan Privacy, dan
 7) Persetujuan Setelah Penjelasan, yang merujuk pada Pedoman CIOMS 2016. Hal ini seperti yang ditunjukkan oleh terpenuhinya indikator
 setiap standar.

*Declared to be ethically appropriate in accordance to 7 (seven) WHO 2011 Standards, 1) Social Values, 2) Scientific Values, 3) Equitable
 Assesment and Benefits, 4) Risks, 5) Persuasion / Exploitation, 6) Confidentiality and Privacy, and 7) Informed Consent, referring to the 2016
 CIOMS Guadelines. This is as indicated by the fulfillment of the indicator of each standard*

Pernyataan Laik Etik ini berlaku selama kurun waktu tanggal 16 September 2022 sampai dengan tanggal 16 September 2023
The declaration of ethics applies during the periode September' 16, 2022 until September' 16 2023

Medan, 16 September 2022
 Ketua

 Dr. dr. Nurfady, MKT


Lampiran 2 Hasil Uji Tes Perkiraan (*Presumptive Test*) *Escherichia coli* pada media *Lactose Broth* Dengan Sampel Susu Sapi Pasteurisasi Penyimpanan Suhu Ruang

Kode Sampel	Label LB	Hari 1	Hari 2
1	A	-	-
	B	-	-
	C	-	-
	D	-	-
	E	-	-
	F	-	-
	G	-	-
2	A	-	-
	B	-	-
	C	-	-
	D	-	-
	E	-	-
	F	-	-
	G	-	-
3	A	-	-
	B	-	-
	C	-	-
	D	-	-
	E	-	-
	F	-	-
	G	-	-
4	A	-	-
	B	-	-
	C	-	-
	D	-	-
	E	-	-
	F	-	-
	G	-	-
5	A	-	-
	B	-	-
	C	-	-
	D	-	-
	E	-	-
	F	-	-
	G	-	-
6	A	-	-
	B	-	-
	C	-	-
	D	-	-
	E	-	-
	F	-	-

	G	-	-
	A	-	-
	B	-	-
7	C	-	-
	D	-	-
	E	-	-
	F	-	-
	G	-	-
	A	-	-
	B	-	-
8	C	-	-
	D	-	-
	E	-	-
	F	-	-
	G	-	-
	A	-	-
	B	-	-
9	C	-	-
	D	-	-
	E	-	-
	F	-	-
	G	-	-
	A	-	-
	B	-	-
10	C	-	-
	D	-	-
	E	-	-
	F	-	-
	G	-	-
	A	-	-
	B	-	-
11	C	-	-
	D	-	-
	E	-	-
	F	-	-
	G	-	-
	A	-	-
	B	-	-
12	C	-	-
	D	-	-
	E	-	-
	F	-	-
	G	-	-
	A	-	-
	B	-	-

13	C	-	-
	D	-	-
	E	-	-
	F	-	-
	G	-	-
	A	-	-
14	B	-	-
	C	-	-
	D	-	-
	E	-	-
	F	-	-
	G	-	-
	A	-	-
15	B	-	-
	C	-	-
	D	-	-
	E	-	-
	F	-	-
	G	-	-
	A	-	-
16	B	-	-
	C	-	-
	D	-	-
	E	-	-
	F	-	-
	G	-	-
	A	-	-
17	B	-	-
	C	-	-
	D	-	-
	E	-	-
	F	-	-
	G	-	-
	A	-	-
18	B	-	-
	C	-	-
	D	-	-
	E	-	-
	F	-	-
	G	-	-
	A	-	-
19	B	-	-
	C	-	-
	D	-	-
	E	-	-
	F	-	-

	G	-	-
	A	-	-
	B	-	-
20	C	-	-
	D	-	-
	E	-	-
	F	-	-
	G	-	-
	A	-	-
21	B	-	-
	C	-	-
	D	-	-
	E	-	-
	F	-	-
	G	-	-
	A	-	-
22	B	-	-
	C	-	-
	D	-	-
	E	-	-
	F	-	-
	G	-	-

Lampiran 3 Hasil Uji Tes Perkiraan (*Presumptive Test*) *Escherichia coli* pada media *Lactose Broth* Dengan Sampel Susu Sapi Pasteurisasi Penyimpanan Lemari Pendingin

Kode Sampel	Label LB	Hari 1	Hari 2
1	A	-	-
	B	-	-
	C	-	-
	D	-	-
	E	-	-
	F	+	+
	G	-	-
2	A	-	-
	B	-	-
	C	-	-
	D	-	-
	E	-	-
	F	-	-
	G	-	-
3	A	-	-
	B	-	-
	C	-	-
	D	-	-
	E	-	-
	F	-	-
	G	-	-
4	A	-	-
	B	-	-
	C	-	-
	D	-	-
	E	-	-
	F	-	-
	G	-	-
5	A	-	-
	B	-	-
	C	-	-
	D	-	-
	E	-	-
	F	-	-
	G	-	-
6	A	-	-
	B	-	-
	C	-	-
	D	-	-
	E	-	-
	F	-	-

	G	-	-
	A	-	-
	B	-	-
7	C	-	-
	D	+	+
	E	-	-
	F	-	-
	G	-	-
	A	-	-
	B	-	-
8	C	-	-
	D	-	-
	E	-	-
	F	-	-
	G	-	-
	A	-	-
	B	-	-
9	C	-	-
	D	-	-
	E	-	-
	F	-	-
	G	-	-
	A	-	-
	B	-	-
10	C	-	-
	D	-	-
	E	-	-
	F	-	-
	G	-	-
	A	+	+
	B	+	+
11	C	-	-
	D	-	-
	E	+	+
	F	-	-
	G	-	-
	A	-	-
	B	-	-
12	C	-	-
	D	-	-
	E	-	-
	F	-	-
	G	-	-
	A	-	-
	B	-	-
13	C	-	-

	D	-	-
	E	-	-
	F	-	-
	G	-	-
	A	-	-
14	B	-	-
	C	-	-
	D	-	-
	E	-	-
	F	-	-
	G	-	-
	A	-	-
15	B	-	-
	C	-	-
	D	-	-
	E	-	-
	F	-	-
	G	-	-
	A	-	-
16	B	-	-
	C	-	-
	D	+	+
	E	+	+
	F	-	-
	G	-	-
	A	-	-
17	B	-	-
	C	-	-
	D	-	-
	E	-	-
	F	-	-
	G	-	-
	A	-	-
18	B	-	-
	C	-	-
	D	-	-
	E	-	-
	F	-	-
	G	-	-
	A	-	-
19	B	-	-
	C	-	-
	D	-	-
	E	-	-
	F	-	-
	G	-	-

	A	-	-
	B	-	-
20	C	-	-
	D	-	-
	E	-	-
	F	-	-
	G	-	-
	A	-	-
	B	-	-
21	C	-	-
	D	-	-
	E	-	-
	F	-	-
	G	-	-
	A	-	-
	B	+	+
22	C	+	+
	D	+	+
	E	+	+
	F	-	-
	G	-	-

Lampiran 4 Hasil Uji Tes Penegasan (*Confirmative Test*) *Escherichia coli* pada media *Brilliant Green Lactose Bile Broth* (BGLB) Dengan Sampel Susu Sapi Pasteurisasi Penyimpanan Lemari Pendingin

Kode Sampel	Label BGLB	Hari 1	Hari 2
1	F	+	+
7	D	+	+
	A	+	+
11	B	+	+
	E	+	+
16	D	-	-
	E	-	-
	B	-	-
22	C	-	-
	D	-	-
	E	-	-

Lampiran 5 Hasil Uji Tes Pelengkap (*Completed Test*) dan Pewarnaan Gram *Escherichia coli* pada media MCA Dan EMB Dengan Sampel Susu Sapi Pasteurisasi Penyimpanan Lemari Pendingin

Kode Sampel	MCA	EMB
1	-	-
7	+	+
11	+	+

Lampiran 6 Hasil Pertumbuhan *Aspergillus sp* media PDA Dengan Sampel Susu Sapi Pasteurisasi Penyimpanan Suhu Ruang

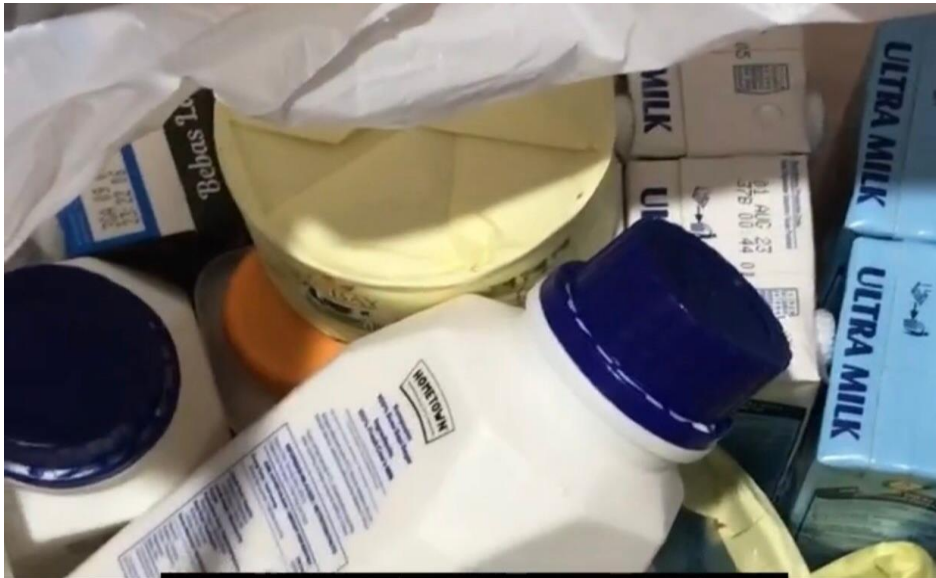
Kode Sampel	Suhu Ruang	KOH 10%
1	-	-
2	-	-
3	-	-
4	-	-
5	-	-
6	-	-
7	-	-
8	+	-
9	-	-
10	+	-
11	+	-
12	-	-
13	+	-
14	-	-
15	-	-
16	-	-
17	+	-
18	+	-
19	+	-
20	+	-
21	-	-
22	-	-

Lampiran 7 Hasil Pertumbuhan *Aspergillus sp* media PDA Dengan Sampel Susu Sapi Pasteurisasi Lemari Pendingin

Kode Sampel	Lemari Pendingin	KOH 10%
1	-	-
2	-	-
3	-	-
4	+	-
5	-	-
6	-	-
7	-	-
8	+	-
9	-	-
10	-	-
11	-	-
12	-	-
13	-	-
14	+	-
15	-	-
16	-	-
17	-	-
18	-	-
19	-	-
20	+	+
21	-	-
22	-	-

Lampiran 8 Dokumentasi

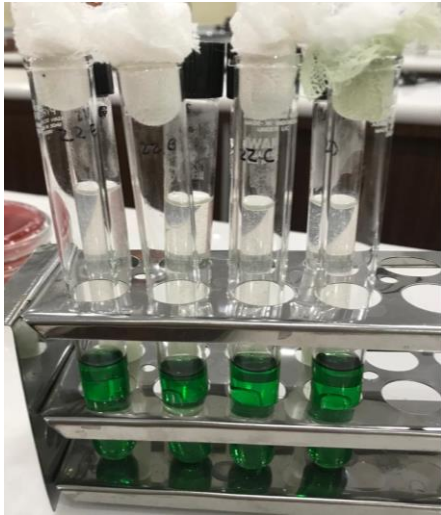
Pengambilan sampel



Penanaman sampel ke *Lactose Broth* (LB)



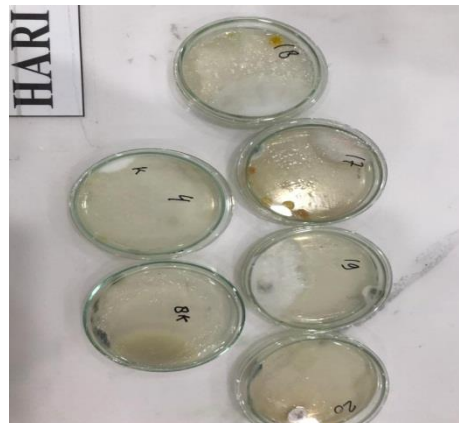
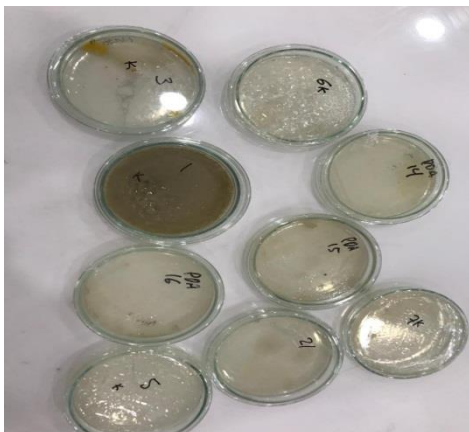
Penanaman sampel ke *Brilliant Green Lactose Broth* (BGLB)



Penanaman sampel ke *Eosin Methylene Blue Agar* (EMB) dan *McConkey Agar* (MCA)



Penanaman sampel ke *Potato Dextrose Agar* (PDA)



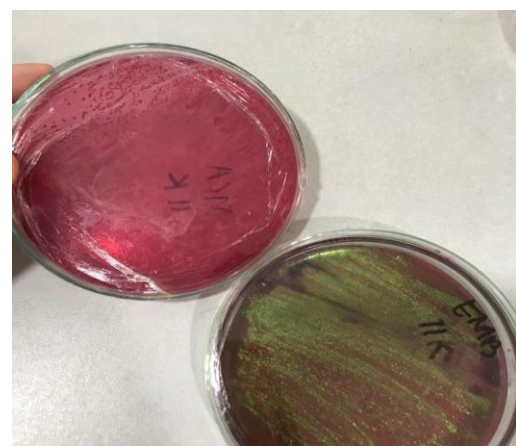
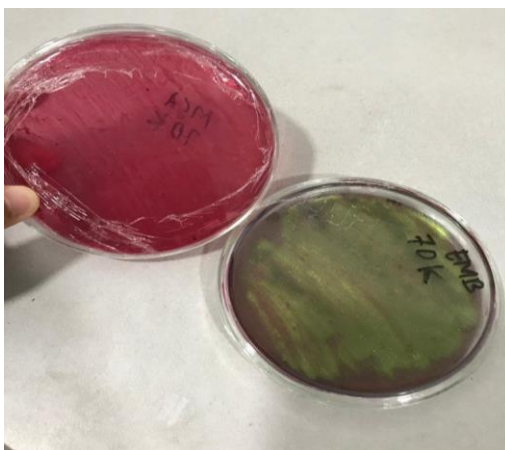
Hasil media *Lactose Broth* (LB)



Hasil media *Brilliant Green Lactose Broth (BGLB)*



Hasil media *Eosin Methylene Blue Agar (EMB)* dan *McConkey Agar (MCA)*



Hasil media *Potato Dextrose Agar* (PDA)



Lampiran 9. Artikel Publikasi

Identifikasi *Escherichia coli* Dan *Aspergillus sp* Pada Produk Pasteurisasi Susu Sapi Kemasan

Jilhan Aulia¹, Ance Roslina²

¹ Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Medan, Indonesia

Email korespondensi: anceroslina@umcu.ac.id

Abstrak: Abstrak

Pendahuluan : Susu sapi adalah produk makanan yang paling banyak dikonsumsi oleh manusia. Produksi susu global telah meningkat sekitar 20% dalam dekade terakhir ini. Susu berkualitas tinggi (HQ) memiliki kandungan lemak minimum yang lebih tinggi dan harus mengalami proses pasteurisasi yang lebih hati-hati agar dapat menjaga kandungan mikronutrien susu. *Centers for Disease Control and Prevention* (CDC) menjelaskan bahwa “Susu yang berasal dari hewan dan belum melewati proses pasteurisasi akan banyak sekali mengandung patogen berbahaya, seperti bakteri, virus dan parasit.” Sekitar 46% balita dilaporkan ke CDC pada tahun 2007 hingga 2016 karena konsumsi susu tanpa pasteurisasi. Pada kejadian ini, sekitar 19% anak umur 1 sampai 4 tahun terkena dampak dari konsumsi susu tanpa pasteurisasi yang disebabkan oleh *Salmonella* dan sekitar 15% kasus akibat dari konsumsi susu tanpa pasteurisasi yang disebabkan oleh *Escherichia coli*. Susu dalam kemasan kardus yang telah diproses sterilisasi dengan menggunakan *Ultra High Temperature* (UHT) mendapatkan hasil bahwa produk susu tersebut masih tercemar oleh *Kapang* dan *Arpergillus sp*. Proses pasteurisasi sangat penting dilakukan pada susu sapi sebelum dikonsumsi oleh manusia. Sehingga, peneliti tertarik untuk mengidentifikasi *Escherichia coli* dan *Aspergillus sp* pada produk susu sapi kemasan disebabkan susu pasteurisasi menjadi salah satu kebutuhan yang sangat banyak dikonsumsi oleh manusia.

Metode penelitian : Penelitian ini menggunakan teknik *systematic random sampling* yaitu pengambilan acak pada produk susu pasteurisasi yang terdapat di minimarket sekitar jalan HM. Joni yang memenuhi kriteria inklusi. **Hasil :** Sampel penelitian berjumlah 44 sampel dengan 22 sampel penyimpanan suhu ruang dan 22 sampel penyimpanan lemari pendingin. Pada sampel penyimpanan suhu ruang di dapatkan hasil negatif (-) yaitu tidak terdapat pertumbuhan *Escherichia coli* dan *Aspergillus sp*, sedangkan pada sampel penyimpanan lemari pendingin terdapat 2 sampel positif (+) *Escherichia coli* dan 1 sampel positif (+) *Aspergillus sp*.

Kesimpulan : Berdasarkan hasil penelitian Identifikasi *Escherichia coli* Dan *Aspergillus sp* Pada Produk Pasteurisasi Susu Sapi Kemasan yang telah memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi di Minimarket sekitar Jalan HM. Joni dapat disimpulkan bahwa pertumbuhan koloni *Escherichia coli* dan *Aspergillus sp* positif pada sampel dengan penyimpanan lemari pendingin dan kemasan kardus atau kotak.

Kata Kunci : Susu Sapi, Pasteurisasi, *Escherichia coli*, *Aspergillus sp*.

PENDAHULUAN

Produksi susu global telah meningkat sekitar 20% dalam dekade terakhir ini, dari 694 juta ton pada tahun 2008 menjadi 843 juta ton pada 2018. Susu sapi adalah produk makanan yang paling banyak dikonsumsi, sekitar 48% dari total susu konsumsi secara global. Negara dengan produsen susu sapi terpenting seperti negara Uni Eropa (UE), Australia dan Selandia Baru, Amerika Serikat dan India.¹

Centers for Disease Control and Prevention (CDC) menjelaskan bahwa “Susu yang berasal dari hewan dan belum melewati proses pasteurisasi akan banyak sekali mengandung patogen berbahaya, seperti bakteri, virus dan parasit”. Patogen berbahaya ini akan membuat tubuh menjadi sakit dan dapat membunuh manusia. Proses pasteurisasi merupakan cara terbaik untuk memastikan susu aman untuk dikonsumsi. Jenis bakteri yang umum terdapat pada susu tanpa pasteurisasi, seperti *Brucella*, *Campylobacter*, *Cryptosporidium*, *Escherichia coli*, *Listeria* dan *Salmonella*. Bakteri ini dapat

menyebabkan diare, kram perut dan muntah. Amerika Serikat, melaporkan kejadian akibat konsumsi susu tanpa pasteurisasi yang sering terjadi pada anak-anak. Sekitar 46% balita dilaporkan ke CDC pada tahun 2007 hingga 2016 karena konsumsi susu tanpa pasteurisasi. Pada kejadian ini, sekitar 19% anak umur 1 sampai 4 tahun terkena dampak dari konsumsi susu tanpa pasteurisasi yang disebabkan oleh *Salmonella* dan sekitar 15% kasus akibat dari konsumsi susu tanpa pasteurisasi yang disebabkan oleh *Escherichia coli*. Susu yang akan dikonsumsi dipastikan sudah melewati proses pasteurisasi. Jika membeli produk susu segar yang berada di peternakan terlebih dahulu di panaskan untuk membunuh patogen yang ada didalamnya.²

Sebuah penelitian membuktikan bahwa susu pasteurisasi dalam kemasan kotak, kaleng, botol plastik dan pouch tidak bebas dari cemaran jamur seperti *Aspergillus sp*, *Penicillium sp*, *Geotrichum sp* dan *Kapang*.² Pada

tempat pemerahan susu ditemukan cemaran jamur yang sama dengan jamur yang ditemukan pada susu pasteurisasi kemasan. Jamur tersebut ditemukan pada tanah di sekitar tempat pemerahan susu, pakan sapi berupa rumput, air di sekitar tempat pemerahan susu, udara ditempat pengolahan susu dan penanganan yang kurang higienis.²

Alat mikrobiologi yang lebih maju untuk mendeteksi mikroba yang terdapat di dalam susu sudah ada sejak abad ke-20. Antara tahun 1917-2017, pemahaman tentang mikrobiologi susu mentah dan produk susu telah mengalami kemajuan yang sangat signifikan. Pada tahun 1864, Louis Pasteur menemukan bahwa memanaskan anggur kemudian mendinginkannya dapat mencegah fermentasi anggur yang tidak normal akibat dari patogen pembusuk. Proses ini kemudian dikenal dengan proses pasteurisasi. Kemudian seorang Ahli Bedah Umum AS Walter Wyman menulis dokumen terkenal yang isi di dalamnya mendorong negara lain untuk menanggapi masalah kesehatan masyarakat seputar

penyakit yang berhubungan dengan susu mentah.³

Susu berkualitas tinggi (HQ) memiliki kandungan lemak minimum yang lebih tinggi dan harus mengalami proses pasteurisasi yang lebih hati-hati, seperti pasteurisasi suhu tinggi dengan waktu singkat yaitu sekitar 72°C selama 15 detik yang dapat menjaga kandungan mikronutrien susu.⁴ Tidak semua mikroba yang ada di dalam susu seperti patogen dan organisme pembusuk, tetapi ada juga organisme kondisional yang menguntungkan (misalnya, bakteri asam laktat) dan organisme lain yang memiliki efek menguntungkan dan merugikan pada kualitas susu dan kesehatan manusia.³

Susu dalam kemasan kardus yang telah di proses sterilisasi dengan menggunakan *Ultra High Temperature* (UHT) pada suhu 140°C dengan waktu 14 detik mendapatkan hasil bahwa produk susu tersebut masih tercemar oleh *Kapang* dan *Aspergillus sp* pada susu beraroma normal dan aroma strawberry. Padahal pada kemasan dinyatakan bahwa kemasan produk

multi lapis sehingga terjamin dari kerusakan selama waktu simpan 10 bulan. Hasil pengamatan pada susu kemasan kotak yang dijual di pasar tradisional tanpa alat pendingin juga masih dapat tercemar oleh jamur. Susu kemasan kotak yang masih mempunyai waktu masa edar 2 dan 4 bulan lagi tercemar oleh *Kapang*, *Aspergillus* dan *Penicillium*.⁵

Susu yang telah terkontaminasi jamur akan menjadi beracun bila dikonsumsi. Hal ini dikarenakan kandungan senyawa beracun dari jamur yang biasa disebut dengan Aflatoksin. Paparan Aflatoksin merupakan masalah kesehatan masyarakat, karena di klaim bahwa sekitar 20-50% dari semua kanker berhubungan dengan faktor makanan. Aflatoksin juga memengaruhi kesehatan hewan dan menyebabkan penurunan produk susu, menurunkan jumlah produksi susu. Telah dilaporkan bahwa masalah global kontaminasi Aflatoksin lebih parah pada iklim tropis dan subtropik.⁶ Sejak ditemukan pertama kali pada tahun 1960-an, Aflatoksin dilaporkan

mengontaminasi susu sapi di berbagai dunia.⁷

Peneliti ingin mengidentifikasi *Escherichia coli* dan *Aspergillus sp* pada produk pasteurisasi susu sapi kemasan dikarenakan susu pasteurisasi menjadi salah satu kebutuhan yang sangat banyak di konsumsi oleh manusia. Selain itu, kandungan vitamin pada susu yang sangat tinggi membuat susu menjadi mudah mengalami kontaminasi oleh patogen pembusuk. Kasus kontaminasi ini bisa saja dapat terjadi walaupun susu sudah melewati proses pasteurisasi. Hal inilah yang membuat peneliti sangat tertarik ingin melakukan penelitian tersebut.

METODE

Penelitian ini merupakan jenis penelitian deskriptif dengan studi observasional. Teknik pengambilan sampel pada penelitian ini dengan menggunakan *Teknik systematic random sampling* yaitu pengambilan acak pada produk susu pasteurisasi yang terdapat di minimarket sekitar jalan HM. Joni yang memenuhi kriteria inklusi. Jumlah sampel yang tersedia di minimarket sekitar 46

sampel susu pasteurisasi, 23 sampel tersebut diletak pada suhu ruang dan

HASIL

Hasil Pertumbuhan *Escherichia coli*

Tabel 4.1 Hasil Uji Tes *Most Probable Number* (MPN) *Escherichia coli* Pada Sampel Susu Sapi Pasteurisasi

Tempat Penyimpanan		Hari 1	Hari 2
Suhu Ruang		-	-
Lemari Pendingin	1. LB	11 ml,	(7 11 700 ml, 700 μ L)
	2. BGLB	5 (7 ml,	5 (7 ml, 700 μ L) 700 μ L)
	3. MCA	2 (7 ml)	2 (7 ml)
	4. EMBA	2 (7 ml)	2 (7 ml)
Total:		20	20

Berdasarkan Tabel 4.1 menunjukkan bahwa dari 22 sampel susu sapi pasteurisasi penyimpanan suhu ruang tidak terdapat pertumbuhan *Escherichia coli* sehingga penelitian tidak perlu dilanjutkan pada Tes Penegasan (*Confirmative Test*) dan Tes Pelengkap (*Completed Test*), sedangkan 22 sampel susu sapi

23 sampel diletak pada lemari pendingin.

pasteurisasi penyimpanan lemari pendingin terdapat 11 sampel positif pada konsentrasi 7 ml dan 700 μ L dijumpai pertumbuhan gas sehingga penelitian perlu dilanjutkan pada Tes Penegasan (*Confirmative Test*), pada Tes Penegasan (*Confirmative Test*) terdapat 5 sampel positif pada konsentrasi 7 ml dan 700 μ L dijumpai pertumbuhan gas sehingga penelitian perlu dilanjutkan pada Tes Pelengkap (*Completed Test*), pada Tes Pelengkap (*Completed Test*) terdapat 2 sampel positif pada konsentrasi 7ml dijumpai koloni *Escherichia coli* berwarna metalik kehijauan yang mengkilap.

Menghitung *Most Probable Number* (MPN)

Tabel 4.2 Menghitung *Most Probable Number* (MPN) Dengan Sampel Susu Sapi Pasteurisasi Penyimpanan Lemari Pendingin

	Jumlah Tabung Gas (+)			Index MPN
	7ml	700 μ L	70 μ L	
1	0	0	0	4
3	0	0	0	23
Total:	4			27

Berdasarkan tabel 4.2 menunjukkan hasil dari Index *Most Probable Number* (MPN) pada sampel susu sapi pasteurisasi penyimpanan lemari pendingin sedangkan pada sampel susu sapi pasteurisasi penyimpanan suhu ruang tidak dilakukan uji MPN.

Hasil Pertumbuhan *Aspergillus sp*

Tabel 4.3 Hasil Pertumbuhan *Aspergillus sp* media PDA Dengan Sampel Susu Sapi Pasteurisasi Penyimpanan Suhu Ruang dan Lemari Pendingin

Tempat Penyimpanan	KOH 10%
Suhu Ruang	-
Lemari Pendingin	1
Total:	1

Berdasarkan Tabel 4.3 menunjukkan bahwa dari 22 sampel susu sapi pasteurisasi penyimpanan suhu ruang tidak terdapat pertumbuhan *Aspergillus sp* setelah dilakukan pemeriksaan dengan KOH 10%, sedangkan pada sampel susu sapi pasteurisasi penyimpanan lemari pendingin terdapat 1 sampel positif dijumpai koloni *Aspergillus sp* setelah dilakukan pemeriksaan dengan KOH 10%.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian Identifikasi *Escherichia coli* Dan *Aspergillus sp* Pada Produk Pasteurisasi Susu Sapi Kemasan yang telah memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi di Minimarket sepanjang Jalan HM. Joni dapat disimpulkan bahwa pertumbuhan koloni *Escherichia coli* dan *Aspergillus sp* positif pada sampel dengan penyimpanan lemari pendingin dan kemasan kardus atau kotak.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada kedua orang tua saya yang telah mendo'akan, memotivasi serta memberikan dukungan baik secara materil maupun moral. Terimakasih kepada dosen pembimbing saya dr. Ance Roslina serta kepada dosen penguji saya dr. Tegar Adriansyah Putra Siregar serta dr. Annisa yang telah berperan dalam penyusunan skripsi ini hingga layak untuk dipublikasikan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Alpysbaeva SN, Stroeva G V., Shuneev SZ, Bakdolotov AA. Jurnal 19. *Stud Russ Econ Dev.* 2020;31(1):120-127. <https://remote-lib.ui.ac.id:2141/article/10.1134/S1075700720010025>
2. Khurana SK, Sehwat A, Tiwari R, et al. Bovine brucellosis—a comprehensive review. *Vet Q.* 2021;41(1):61-88. doi:10.1080/01652176.2020.1868616
3. Boor KJ, Wiedmann M, Murphy S, Alcaine S. A 100-Year Review: Microbiology and safety of milk handling. *J Dairy Sci.* 2017;100(12):9933-9951. doi:10.3168/jds.2017-12969
4. Mandrioli M, Boselli E, Fiori F, Teresa Rodriguez-Estrada M. Vitamin D3 in high-quality cow milk: An Italian case study. *Foods.* 2020;9(5):1-9. doi:10.3390/foods9050548
5. Arai, Soichi. Toshiko O et al. Jurnal 4.Pdf. *Fuctional Food Sci.* 2001;65:1-13.
6. Álvarez-Días F, Torres-Parga B, Valdivia-Flores AG, et al. Aspergillus flavus and Total Aflatoxins Occurrence in Dairy Feed and Aflatoxin M1 in Bovine Milk in Aguascalientes, Mexico. *Toxins (Basel).* 2022;14(5):1-9. doi:10.3390/toxins14050292
7. Ismail A, Gonçalves BL, de Neeff D V., et al. Aflatoxin in foodstuffs: Occurrence and recent advances in decontamination. *Food Res Int.* 2018;113(October 2017):74-85. doi:10.1016/j.foodres.2018.06.067
8. Resnawati H. Kualitas susu pada berbagai pengolahan dan penyimpanan. *Semiloka Nas Prospek Ind Sapi Perah Menuju Perdagang Bebas.* 2020;19(2):497-502.
9. Feronika T. KARYA TULIS ILMIAH ANALISA Escherichia coli PADA SUSU SAPI PERAH TASE FERONIKA POLITEKNIK KESEHATAN KEMENKES MEDAN JURUSAN TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIS TAHUN 2020. Published online 2020.
10. Sholikah N, Mufid AA, Bachrul AS, Hidayat TR, Yoga Y. Pengolahan Susu Sapi menjadi Susu Pasteurisasi untuk Meningkatkan Nilai Susu dan Daya Jual. *J Pembelajaran Pemberdaya Masy.* 2021;2(1):75. doi:10.33474/jp2m.v2i1.10448
11. Faghihi Shahrestani F, Tajabadi Ebrahimi M, Bayat M, Hashemi J, Razavilar V. Identification of dairy fungal contamination and reduction esistant rile bid and cahree tmount by a1 flatoxin maof probiotic bacteria. *Arch Razi Inst.* 2021;76(1):119-126. doi:10.22092/ari.2019.126572.1347
12. Shazari PA, Soleha TU,

- Carolia N, Ramadhian MR. Perbandingan Jumlah Bakteri Escherichia coli pada Susu Sapi Pasteurisasi dan Susu Sapi Ultra High Temperature (UHT) yang Beredar di Bandar Lampung. *Majority*. 2017;8(2):125-130. <http://digilib.unila.ac.id/id/eprint/26451>
13. Rodríguez-Díaz JM, Calahorrano-Moreno MB, Ordoñez-Bailon JJ, Baquerizo-Crespo RJ, Dueñas-Rivadeneira AA, Maria MC. Contaminants in the cow's milk we consume? Pasteurization and other technologies in the elimination of contaminants. *F1000Research*. 2022;11:1-34. doi:10.12688/f1000research.108779.1
 14. Zhang Y, Min L, Zhang S, et al. Proteomics analysis reveals altered nutrients in the whey proteins of dairy cow milk with different thermal treatments. *Molecules*. 2021;26(15):1-8. doi:10.3390/molecules26154628
 15. Aritonang SN. *Susu Dan Teknologi*; 2017. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsames.2011.03.003><https://doi.org/10.1016/j.gr.2017.08.001><http://dx.doi.org/10.1016/j.precamres.2014.12.018><http://dx.doi.org/10.1016/j.precamres.2011.08.005><http://dx.doi.org/10.1080/00206814.2014.902757><http://dx.doi.org/10.1016/j.jsames.2011.03.003>
 16. Wijayanti S. Identifikasi Dan Pemeriksaan Jumlah Total Bakteri Susu Sapi Segar Dari Koperasi Unit Desa Sari Wijayanti K 100050024 Fakultas Farmasi. Published online 2009.
 17. Wulandari Z, Taufik E, Syarif M. Kajian Kualitas Produk Susu Pasteurisasi Hasil Penerapan Rantai Pendingin. *J Ilmu Produksi dan Teknol Has Peternak*. 2017;5(3):94-100. doi:10.29244/jipthp.5.3.94-100
 18. Kristanti N. Daya Simpan Susu Pasteurisasi Ditinjau Dari Kualitas Mikroba Termodurik Dan Kualitas Kimia. *J Ilmu dan Teknol Has Ternak*. 2017;12(1):1-7. doi:10.21776/ub.jitek.2017.012.01.1
 19. Stephenson A V. *Jurnal 16. Atl Econ J*. 2018;46(4):405-417. <https://doi.org/10.1007/s11293-018-9601-y>
 20. Centorotola G, Sperandii AF, Tucci P, et al. Survival rate of Escherichia coli O157 in artificially contaminated raw and thermized ewe milk in different Pecorino cheese production processes. *Int J Food Microbiol*. 2021;347(February):109175. doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2021.109175
 21. Niken A. *Jurnal Difusi, Osmosis dan Imbisi, Fisiologi Tumbuhan*. 2020;19:19. https://www.academia.edu/43536262/Jurnal_DIFUSI_OSMOSIS_DAN_IMBIBISI_Fisiologi_Tumbuhan
 22. Efendi VO, Yempita E.

- Mikrobiologi Hasil Perikanan. *Bung Hatta Univ Press*. 2013;1(9):1-106.
23. Rahayu WP, Nurjanah S, Komalasari E. Escherichia coli: Patogenitas, Analisis, dan Kajian Risiko. *J Chem Inf Model*. 2018;53(9):5.
 24. Latifa OHA. Identifikasi Bakteri Escherichia Coli Pada Susu Sapi Segar Dan Susu Sapi Cair Kemasan Ultra High Temperature (Uht) Di Kecamatan Mampang Prapaptan Tahun 2015. Published online 2015:1-56.
 25. Mayssara A, Abo Hassanin Supervised A, Munawarah SH, Misnaniarti M, et al. 濟無 No Title No Title No Title. *Pap Knowl Towar a Media Hist Doc*. 2019;7(1):1-33. https://www.bertelsmann-stiftung.de/fileadmin/files/BSt/Publikationen/GrauePublikationen/MT_Globalization_Report_2018.pdf http://eprints.lse.ac.uk/43447/1/India_globalisation%2C_society_and_inequalities%28Isero%29.pdf <https://www.quora.com/What-is-the>
 26. Pujiati W. Identifikasi jamur Aspergillus sp pada tepung di Terigu (Studi di Pasar Legi Jombang). *STIKes Insa Cendekia Med*. Published online 2018:67.
 27. Syaifuddin AN. Identifikasi Jamur Aspergillus Sp Pada Roti Tawar Berdasarkan Masa Sebelum dan Sesudah Kadaluarsa. *STIKes Insa Cendekia Med*. Published online 2017:1-33.
 28. Vaz A, Cabral Silva AC, Rodrigues P, Venâncio A. Detection methods for aflatoxin m1 in dairy products. *Microorganisms*. 2020;8(2):1-16. doi:10.3390/microorganisms8020246
 29. Ademi BF, Rinanda T. Deteksi Cemaran Escherichia coli pada Daging Burger Penjual Kaki Lima di Desa Kopelma Darussalam dan Restoran Cepat Saji di Banda Aceh. *J Kedokt Syiah Kuala*. 2011;11(3):134-142.
 30. Artanti D. Pemeriksaan Jumlah Kapang Pada Terasi Dalam Kemasan Tanpa Merk Di Pasar Kecamatan Tambaksari. *Skripsi, Univ Muhammadiyah Surabaya*. 2018;3:103-111.
 31. Mathematics A. 濟無 No Title No Title No Title. Published online 2016:1-23.
 32. Jenis Uji, Pengantar K, Volta D, Kalorimeter M. Digital Digital Repository Repository Universitas Universitas Jember Jember Digital Digital Repository Repository Universitas Universitas Jember Jember. Published online 2017.
 33. Melnik BC, Schmitz G. Pasteurized non-fermented cow's milk but not fermented milk is a promoter of mTORC1-driven aging and increased mortality. *Ageing Res Rev*. 2021;67(January):101270. doi:10.1016/j.arr.2021.101270