

**PERBANDINGAN JUMLAH BAKTERI *Escherichia coli* PADA SUSU SAPI
PASTEURISASI DAN SUSU SAPI *ULTRA HIGH TEMPERATURE (UHT)*
YANG BEREDAR DI BANDAR LAMPUNG**

(Skripsi)

Oleh
PUTRI ADELINA SHAZARI



**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN DOKTER
FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2016**

**PERBANDINGAN JUMLAH BAKTERI *Escherichia coli* PADA SUSU SAPI
PASTEURISASI DAN SUSU SAPI *ULTRA HIGH TEMPERATURE (UHT)*
YANG BEREDAR DI BANDAR LAMPUNG**

Oleh

PUTRI ADELINA SHAZARI

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar
SARJANA KEDOKTERAN**

Pada

**Fakultas Kedokteran
Universitas Lampung**



**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN DOKTER
FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2016**

ABSTRACT

THE COMPARISON NUMBER OF BACTERIA *Escherichia coli* IN PASTEURIZED MILK AND ULTRA HIGH TEMPERATURE (UHT) MILK THAT CIRCULATE IN BANDAR LAMPUNG

By

PUTRI ADELINA SHAZARI

Background: Milk is a food that is very important for the body. Milk out of the udder of cattle containing the bacteria, for that it must be done pasteurization process before consumption. The aim of this research is to determine identification the differences in number of bacteria *Escherichia coli* in pasteurized milk and UHT milk that circulate in Bandar Lampung.

Methods: This research used five samples of Pasteurized milk and five samples of UHT milk, with three repetitions. The samples were taken and brought to the laboratory <24 hours. Before testing, the first dilution of up to 10^{-3} . Test used to calculate the MPN which includes estimators test and confirmatory test, the isolation and identification of bacteria, gram staining and biochemical tests.

Results: In estimators test MPN UHT milk, there are no positive results, it's means that in accordance with the provisions of SNI. In estimators test MPN Pasteurized milk found in four of five samples exceeded the maximum contamination SNI standard coliform bacteria, while the confirmatory test of MPN *Escherichia coli* Pasteurized milk was found one of the five samples exceeded the maximum contamination of bacteria *Escherichia coli*. However, when the identification of the bacteria colony is not grows.

Conclusion: There is no comparison number of bacteria *Escherichia coli* between the Pasteurized milk and UHT milk, but it have comparison in number of Coliform bacteria in Pasteurized milk and UHT milk.

Keywords: *Escherichia coli*, MPN, pasteurized milk, UHT milk.

ABSTRAK

PERBANDINGAN JUMLAH BAKTERI *Escherichia coli* PADA SUSU SAPI PASTEURISASI DAN SUSU SAPI *ULTRA HIGH TEMPERATURE* (UHT) YANG BEREDAR DI BANDAR LAMPUNG

Oleh

PUTRI ADELINA SHAZARI

Latar Belakang: Susu merupakan bahan makanan yang sangat penting bagi tubuh. Susu yang keluar dari ambing ternak mengandung bakteri, untuk itu harus dilakukan proses pasteurisasi terlebih dahulu sebelum dikonsumsi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan identifikasi jumlah bakteri *Escherichia coli* pada susu sapi pasteurisasi dengan susu sapi UHT yang beredar di Bandar Lampung.

Metode: Penelitian ini menggunakan 5 sampel susu sapi Pasteurisasi dan 5 sampel susu sapi UHT, dengan 3 kali pengulangan. Sampel diambil dan dibawa ke laboratorium < 24 jam. Sebelum dilakukan pengujian terlebih dahulu dilakukan pengenceran hingga 10^{-3} . Uji yang digunakan adalah menghitung MPN yang didalamnya termasuk uji penduga dan uji konfirmasi, isolasi dan identifikasi bakteri, pewarnaan gram, dan uji biokimia.

Hasil : Pada uji penduga MPN susu sapi UHT tidak ditemukan adanya hasil positif, yang artinya sesuai dengan ketentuan SNI. Pada uji penduga MPN susu sapi Pasteurisasi ditemukan empat dari lima sampel melebihi batas maksimum cemaran bakteri Coliform yang ditetapkan SNI, sedangkan pada uji konfirmasi MPN *Escherichia coli* susu sapi Pasteurisasi ditemukan satu dari lima sampel melebihi batas maksimum cemaran bakteri *Escherichia coli*. Namun, saat identifikasi bakteri tidak didapatkan adanya koloni yang tumbuh.

Simpulan: Tidak terdapat perbandingan jumlah bakteri *Escherichia coli* antara susu sapi Pasteurisasi dengan susu sapi UHT, namun terdapat perbandingan jumlah bakteri Coliform pada susu sapi Pasteurisasi dengan susu sapi UHT.

Kata Kunci: *Escherichia coli*, MPN, susu pasteurisasi, susu UHT.

Judul Skripsi

**: PERBANDINGAN JUMLAH BAKTERI
Escherichia coli PADA SUSU SAPI
PASTEURISASI DAN SUSU SAPI ULTRA
HIGH TEMPERATURE (UHT) YANG
BEREDAR DI BANDAR LAMPUNG**

Nama Mahasiswa

: Putri Adesina Shazari

Nomor Pokok Mahasiswa : 1318011129

Program Studi

: Pendidikan Dokter

Fakultas

: Kedokteran

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

dr. Tri Umiana Soleha, S.Ked., M.Kes.
NIP 19830524 200812 2 002

dr. Novita Carolia, S.Ked., M.Sc.
NIP 19831110 200801 2 001

2. Dekan Fakultas Kedokteran

Dr. dr. Muhartono, S.Ked., M.Kes., Sp.PA.
NIP 19701208 200112 1 001

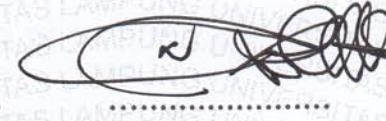
MENGESAHKAN

1. Tim Pengaji

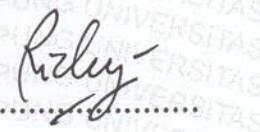
Ketua

: **dr. Tri Umiana Soleha, S.Ked., M.Kes.** 

Sekretaris

: **dr. Novita Carolia, S.Ked., M.Sc.** 

Pengaji

Bukan Pembimbing : **dr. M. Ricky Ramadhian, S.Ked., M.Sc.** 

2. Dekan Fakultas Kedokteran

Dr. dr. Muhartone, S.Ked., M.Kes., Sp.PA.

NIP 19701208 200112 1 001



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 2 Februari 2017

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan dengan sebenarnya, bahwa:

1. Skripsi dengan judul “**PERBANDINGAN JUMLAH BAKTERI *Escherichia coli* PADA SUSU SAPI PASTEURISASI DAN SUSU SAPI ULTRA HIGH TEMPERATURE (UHT) YANG BEREDAR DI BANDAR LAMPUNG**” adalah hasil karya saya dan tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan atas karya penulis lain dengan cara tidak sesuai tata etika ilmiah yang berlaku dalam masyarakat akademik atau yang disebut plagiarism.
2. Hak intelektualitas atas karya ilmiah ini diserahkan sepenuhnya kepada Universitas Lampung.

Atas pernyataan ini, apabila dikemudian hari ternyata ditemukan adanya ketidakbenaran, saya bersedia menanggung akibat dan sanksi yang diberikan kepada saya.

Bandar Lampung, Februari 2017

Pembuat pernyataan



Putri Adelina Shazari

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Bandar Lampung pada tanggal 22 September 1995, merupakan anak kedua dari tiga bersaudara, dari Ayahanda Muchzan Zain dan Ibunda Suharningsih.

Pendidikan Taman Kanak-kanak (TK) diselesaikan di TK Taman Indria pada tahun 2001, menempuh Sekolah Dasar (SD) di SDN 1 Langkapura hingga tahun 2007, Sekolah Menengah Pertama (SMP) diselesaikan di SMPN 23 Bandar Lampung pada tahun 2010, dan Sekolah Menengah Atas (SMA) diselesaikan di SMAN 4 Bandar Lampung pada tahun 2013.

Tahun 2013 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Lampung lewat jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN).

SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat dan karunia-Nya sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.

Skripsi dengan judul “*Perbandingan Jumlah Bakteri Escherichia coli pada Susu Sapi Pasteurisasi dan Susu Sapi Ultra High Temperature (UHT) yang Beredar di Bandar Lampung*”.

Dalam menyelesaikan skripsi ini, penulis banyak mendapat masukan, bantuan, dorongan, saran, bimbingan dan kritik dari berbagai pihak. Maka pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Hasriadi Mat Akin, M.P., selaku Rektor Universitas Lampung;
2. Dr. dr. Muhartono, M.Kes., Sp.PA., selaku Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Lampung;
3. dr. Tri Umiana Soleha, M.Kes., selaku Pembimbing I yang telah bersedia meluangkan waktu untuk membantu, memberi kritik, saran, dan nasihat dalam proses penyelesaian skripsi ini;
4. dr. Novita Carolia, M.Sc., selaku Pembimbing II yang telah bersedia meluangkan waktu untuk membantu, memberi kritik, saran, dan nasihat dalam proses penyelesaian skripsi ini;

5. dr. M. Ricky Ramadhian, M.Sc., selaku Pembahas yang telah bersedia meluangkan waktu, memberikan kritik, saran dan nasihat dalam proses penyelesaian skripsi ini;
6. Bunda tercinta, Ibu Suharningsih, S.H., yang telah berpulang kesisi Tuhan Yang Maha Kuasa, semoga diterima di sisi Allah SWT dan ditempatkan di Surga yang mulia, terima kasih untuk segalanya bunda;
7. Ayah tercinta, Bapak Muchzan Zain, S.H., terima kasih atas doa, kasih sayang, nasihat, dukungan, semangat dan bimbingan yang terus menerus diberikan untukku. Semoga Allah SWT selalu melindungi, memberikan kesehatan dan umur yang panjang, serta rezeki yang cukup;
8. Kakak tercinta, Ratu Suzanna Oswarie, terima kasih atas doa, nasihat, dukungan, semangat dan bimbingan yang diberikan dalam menyelesaikan skripsi;
9. Adik tercinta, Raja Rangga Satria Zain, terima kasih atas doa, dukungan, dan semangat;
10. Mbak Romi (laboran mikrobiologi FK Unila) dan Pak Lamiran (laboran lab UPTD Kesda), serta para ibu laboran lab UPTD Kesda yang telah membantu dan mendukung saya dalam melakukan penelitian ini;
11. Seluruh Staf Dosen FK Unila atas ilmu yang telah diberikan kepada penulis untuk menambah wawasan yang menjadi landasan untuk mencapai cita-cita;
12. Seluruh Staf TU, Administrasi, dan Akademik FK Unila, serta pegawai yang turut membantu dalam proses penelitian dan penyusunan skripsi ini;
13. Orang-orang terkasih, tante Ema, om Herman, Najwa, Julia Bethari terima kasih atas semangat, doa, dan dukungannya dalam penyelesaian skripsi ini;

14. Sahabat sejawat, Victoria Hawarima, Intan Siti Hulaima, Analia terima kasih atas semangat, doa, dukungan dan bantuannya dalam penyelesaian skripsi ini. Teman-teman sejawat, FK Unila 2013 “CERE13ELLUM” yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Akan tetapi, semoga skripsi yang sederhana ini dapat bermanfaat dan berguna bagi kita semua. Terima kasih.

Bandar Lampung, Februari 2017

Penulis

Putri Adelina Shazari

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	i
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR GAMBAR	v
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.3.1 Tujuan Umum.....	5
1.3.2 Tujuan Khusus.....	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Susu	7
2.1.1 Definisi Susu	7
2.1.2 Komponen Susu	7
2.1.3 Manfaat Susu.....	9
2.1.4 Pasteurisasi Susu	12
2.2 Higiene dan Sanitasi.....	13
2.2.1 Prinsip-prinsip Sanitasi	13
2.2.2 Risiko Kontaminasi	14
2.3 Cemaran Mikroba dalam Susu	16
2.3.1 <i>Coliform</i>	17
2.3.2 <i>Escherichia coli</i>	18
2.4 Kerangka Pemikiran.....	20
2.5 Kerangka Konsep	20
2.6 Hipotesis Penelitian.....	21
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Jenis Penelitian.....	22
3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	22
3.3 Subyek Penelitian.....	22
3.3.1 Populasi	22
3.3.1.1 Susu Sapi Pasteurisasi	22
3.3.1.2 Susu UHT	23
3.3.2 Sampel.....	23

3.4 Kriteria Pengambilan Sampel.....	24
3.4.1 Kriteria Inklusi	24
3.4.1.1 Susu Sapi Pasteurisasi	24
3.3.1.2 Susu Sapi UHT	24
3.4.2 Kriteria Eksklusi.....	25
3.4.2.1 Susu Sapi Pasteurisasi	25
3.4.2.2 Susu Sapi UHT	25
3.5 Objek Penelitian	25
3.6 Variabel Penelitian	25
3.7 Definisi Operasional.....	26
3.8 Bahan Penelitian.....	27
3.9 Alat-alat dalam Penelitian	27
3.10 Media dan Reagen Penelitian	27
3.11 Persiapan Alat dan Sampel	28
3.12 Prosedur Penelitian	28
3.13 Mekanisme Alur Penelitian	34
3.14 Analisa Data	34
3.15 Etika Penelitian.....	35

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian	36
4.2 Pembahasan.....	41

BAB V SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan.....	47
5.2 Saran.....	47

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Kandungan Mineral Rata-rata dalam Susu dan Abu.....	8
2. Kandungan Vitamin Rata-rata Susu Segar.....	9
3. Komponen Bioaktif dalam Susu Sapi dan Fungsinya	12
4. Kunci dari Faktor-faktor Pengaruh Risiko Peternakan pada Susu Sapi.....	15
5. Batasan Maksimum Cemaran Mikroba dalam Susu	16
6. Definisi Operasional.....	26
7. Interpretasi Positif Kontaminasi pada Uji Biokimia	33
8. Interpretasi Positif Kontaminasi Media Agar <i>Eosin Metilen Blue</i>	33
9. Hasil Uji Penduga MPN <i>Escherichia coli</i> pada Susu Sapi UHT	38
10. Hasil Uji Penduga MPN <i>Escherichia coli</i> pada Susu Sapi Pasteurisasi	39
11. Hasil Uji Konfirmasi MPN <i>Escherichia coli</i> pada Susu Sapi Pasteurisasi.....	40
12. Batas Maksimum Cemaran Mikroba pada Susu UHT	43

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka Pemikiran.....	20
2. Kerangka Konsep	20
3. Mekanisme Alur Penelitian.....	34

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pangan merupakan salah satu kebutuhan dasar manusia yang penting (Purnawijayanti, 2006). Pengertian pangan menurut Peraturan Pemerintah RI nomor 28 tahun 2004 adalah segala sesuatu yang berasal dari sumber hayati dan air, baik yang diolah maupun yang tidak diolah, yang diperuntukkan sebagai makanan atau minuman bagi manusia (Saparinto & Hidayati, 2006). Bahan pangan dapat berasal dari tanaman maupun ternak. Produk ternak merupakan sumber gizi utama untuk pertumbuhan dan kehidupan manusia. Namun, produk ternak akan menjadi tidak berguna dan membahayakan kesehatan apabila tidak aman dikonsumsi. Oleh karena itu, keamanan pangan asal ternak merupakan persyaratan mutlak yang tidak dapat ditawar lagi (Bahri, 2008). Keamanan pangan merupakan upaya yang diperlukan untuk mencegah pangan dari kemungkinan cemaran biologis, kimia, dan benda lain yang dapat mengganggu, merugikan, dan membahayakan kesehatan manusia (Saparinto & Hidayati, 2006).

Masalah di bidang penyehatan makanan adalah masih tingginya tingkat kontaminasi bakteri pada makanan yang disajikan oleh berbagai

penyelenggara makanan. Produk daging dan susu sapi serta olahannya merupakan jenis makanan yang berisiko tinggi terhadap bahaya kontaminasi (Balia, 2008). Sanitasi merupakan bagian penting dalam proses pengolahan pangan yang harus dilaksanakan dengan baik. Sanitasi dapat didefinisikan sebagai usaha pencegahan penyakit dengan cara menghilangkan atau mengatur faktor-faktor lingkungan yang berkaitan dengan rantai perpindahan penyakit tersebut (Purnawijayanti, 2006). Sanitasi makanan adalah suatu usaha untuk mencegah tumbuh dan berkembangnya jasad renik pembusuk dan patogen dalam makanan, minuman, peralatan, dan bangunan yang dapat merusak pangan dan membahayakan manusia (Saparinto & Hidayati, 2006).

Dari 2007 sampai 2012, *Centers for Disease Control and Prevention* (CDC) Sistem Pelaporan Wabah Nasional menerima laporan yang menunjukkan: 81 wabah infeksi akibat konsumsi susu mentah menghasilkan 979 penyakit, 73 rawat inap, dan tidak ada kematian. Kebanyakan infeksi yang disebabkan oleh *Campylobacter*, Shiga toksin *Escherichia coli*, atau bakteri *Salmonella*, patogen yang dibawa oleh ternak yang nampak sehat. Jumlah wabah meningkat selama ini, dari 30 dalam rentang tiga tahun 2007-2009 menjadi 51 pada tahun 2010-2012. Delapan puluh satu persen dari wabah dilaporkan dari negara-negara di mana penjualan susu mentah bersifat legal, hanya 19% terjadi di negara-negara di mana penjualan susu mentah adalah ilegal (*Centers for Disease Control and Prevention*, 2014).

Setiap wabah dan penyakit telah dilaporkan, namun masih banyak orang yang terinfeksi tidak dilaporkan, jumlah sebenarnya dari penyakit yang

berhubungan dengan susu mentah dan produk susu mentah kemungkinan jauh lebih besar. Penting untuk dicatat bahwa sebagian besar dari susu kebanyakan terjadi pada anak-anak yaitu 59% dari wabah dan melibatkan sedikitnya satu orang berusia <5 tahun (*Centers for Disease Control and Prevention*, 2014).

Alat penghasil susu pada sapi biasanya disebut ambing. Ambing terdiri dari empat kelenjar yang berlainan, yang dikenal sebagai perempatan (*quarters*). Susu dalam ambing ternak yang sehat tidak bebas hama, dan mungkin mengandung sampai 500 organisme/ml. Jika ambing itu sakit jumlah organisme dapat meningkat menjadi lebih besar dari 20.000 organisme/ml. Selain itu, ada juga pencemaran yang terjadi pada susu ketika susu tersebut diambil dari puting, oleh karena itu bagian pertama saat pemerasan haruslah dibuang karena dapat mengandung sampai 50.000 organisme/ml (Purnomo & Adiono, 2009).

Jenis-jenis *Micrococcus* dan *Corynebacterium* sering terdapat dalam susu yang baru diambil. Pencemaran berikutnya timbul dari sapi, alat-alat pemeras yang kurang bersih dan tempat-tempat penyimpanan yang kurang bersih, debu, udara, lalat dan penanganan oleh manusia. Sesudah terlepas dari sapi, kandungan mikroorganisme pada susu merupakan fungsi dari umur, yang menentukan tingkat perkembangan flora alam, penanganan susu yang menentukan jenis-jenis organisme yang terbawa, dan suhu penyimpanan yang menentukan kecepatan perkembang biakan semua jenis organisme (Purnomo & Adiono, 2009).

Bakteri yang mengontaminasi susu dalam waktu singkat akan berkembang biak mencapai jumlah yang banyak sehingga jumlah kasus infeksi dengan perantara susu (sapi) ini cukup tinggi. Upaya sanitasi terhadap susu sapi merupakan salah satu upaya kesehatan lingkungan yang sangat penting (Chandra, 2007). Pada penelitian Vahedi dan kawan-kawan (2013) mendapatkan bakteri yang mencemari susu pasteurisasi pada 100 sampel yaitu *Escherichia coli* sebesar 9%, *Coliform* sebesar 2% dan *Staphylococcus aureus* sebesar 2% (Vahedi *et all.*, 2013).

Susu cair segar yang banyak dijual adalah susu pasteurisasi dan susu *Ultra High Temperature* (UHT). Susu pasteurisasi telah mengalami proses pemanasan yaitu pada suhu 63-66°C minimum selama 30 menit. Setelah itu didinginkan hingga suhunya mencapai 10°C. Selanjutnya, diperlakukan secara aseptis (bebas dari infeksi) dan disimpan pada suhu maksimum 4,4°C. Susu UHT adalah produk susu yang diperoleh dengan cara mensterilkan susu pada suhu minimum 135°C selama 2 detik, dengan atau tanpa penambahan bahan makanan yg diizinkan, serta dikemas secara aseptik. Susu jenis ini biasa dikemas dalam cup atau gelas dengan berbagai pilihan rasa. Susu UHT juga dikemas menggunakan kotak karton atau berbentuk bantal (susu bantal) (Syarif & Harianto, 2011).

Pasteurisasi panas pada susu perlu dilakukan untuk mencegah penularan penyakit dan mencegah kerusakan karena mikroorganisme dan enzim. Bila dilaksanakan dengan tepat, pasteurisasi dapat menghancurkan semua organisme patogen. Pasteurisasi merupakan pencegahan yang efektif terhadap

penyakit yang disebabkan oleh organisme yang berada dalam susu hanya jika susu tersebut tidak tercemar kembali sesudah pasteurisasi (Purnomo & Adiono, 2009).

Berdasarkan latar belakang tersebut, saya ingin melakukan penelitian yaitu identifikasi jumlah bakteri *Escherichia coli* pada susu sapi pasteurisasi dan susu sapi UHT yang beredar di Bandar Lampung.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian sebagai berikut: Apakah terdapat perbedaan jumlah bakteri *Escherichia coli* pada susu sapi pasteurisasi dengan susu sapi UHT yang beredar di Bandar Lampung?

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan jumlah bakteri *Escherichia coli* yang terdapat pada susu sapi pasteurisasi dengan susu sapi UHT yang beredar di Bandar Lampung.

1.3.2 Tujuan Khusus

1. Untuk mengetahui jumlah bakteri *Escherichia coli* yang terdapat pada susu sapi pasteurisasi.
2. Untuk mengetahui jumlah bakteri *Escherichia coli* yang terdapat pada susu sapi UHT.

3. Untuk mengetahui persentase kelayakan mutu susu sapi pasteurisasi dan susu sapi UHT yang beredar di pasaran sesuai dengan kriteria SNI No. 7388: 2009 tentang batasan maksimum cemaran mikroba pada susu pasteurisasi dan susu UHT.

1.4 Manfaat Penelitian

Dengan diadakannya penelitian ini, maka diharapkan akan memberi manfaat sebagai berikut:

1. Bagi Peneliti:

Mengembangkan ilmu yang diperoleh dari institusi (Universitas Lampung) dalam penerapannya di masyarakat.

2. Bagi Masyarakat:

Sebagai masukan informasi kepada para penjual dan konsumen, terhadap aman tidaknya produk susu sapi pasteurisasi dan susu sapi UHT yang beredar di Bandar Lampung.

3. Bagi Universitas:

Hasil penelitian ini dapat menjadi tambahan pustaka ilmiah bagi Universitas Lampung yang dapat dipertanggungjawabkan kebenarannya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Susu

2.1.1 Definisi Susu

Susu merupakan bahan makanan yang sangat penting bagi tubuh. Susu pada umumnya diperoleh dari ternak sapi, walaupun terkadang susu dapat diperoleh dari kambing, unta, dan lain-lain (Hendrasty, 2013). Susu didefinisikan sebagai sekresi dari kelenjar susu binatang yang menyusui anaknya. Dipandang dari segi gizi, susu merupakan makanan yang hampir sempurna dan merupakan makanan alamiah bagi binatang menyusui yang baru lahir, dimana susu merupakan satu-satunya sumber makanan pemberi kehidupan segera sesudah kelahiran (Purnomo & Adiono, 2009).

2.1.2 Komponen Susu

Komposisi susu dapat sangat beragam tergantung pada beberapa faktor. Akan tetapi angka rata-rata untuk semua jenis kondisi dan jenis sapi perah antara lain; lemak 3,8%, protein 3,3%, laktosa 4,8%, abu (mineral) 0,71%, dan air 87,4%. Lemak susu utamanya terdiri dari 97-98% trigliserida, 0,2-1% fosfolipida, sterol bebas seperti kolesterol dan skualena, sedikit asam

lemak bebas (Subroto, 2008). Protein utama susu adalah kasein dalam bentuk koloidal dalam susu dan serum “*whey*” dan sekitar 80% protein susu berupa kasein. Karbohidrat susu adalah laktosa terdiri dari glukosa dan galaktosa. Selain itu terdapat berbagai macam mineral serta sejumlah kecil vitamin yang larut dalam air dan lemak juga enzim-enzim (Sunarlim, 2009). Komposisi susu dapat dipengaruhi oleh faktor-faktor dari luar seperti pemalsuan dengan air atau bahan lain, kegiatan bakteri, kurangnya adukan dalam pengambilan contoh dan faktor-faktor lain yang sejenis (Purnomo & Adiono, 2009). Unsur-unsur mineral yang utama pada susu yaitu terlihat pada tabel 1.

Tabel 1. Kandungan Mineral Rata-rata dalam Susu dan Abu

Unsur	dalam susu %	dalam abu %
Potassium	0,140	20,0
Kalsium	0,125	17,4
Chlorine	0,103	14,5
Fosforus	0,096	13,3
Sodium	0,056	7,8
Magnesium	0,012	1,4
Sulfur	0,025	3,6

Mineral lain terdapat dalam jumlah yang sangat sedikit, contohnya adalah besi, tembaga, alumunium, boron, seng, mangan dan silikon. Kandungan mineral dari susu bersifat agak konsisten dan tidak dipengaruhi oleh makanan ternak. Tetapi kandungan yodium pada susu dapat berubah-ubah sesuai dengan makanannya (Purnomo & Adiono, 2009). Kandungan berbagai vitamin terlihat pada tabel 2.

Tabel 2. Kandungan Vitamin Rata-rata Susu Segar

Vitamin	Kandungan per 100g susu
Vitamin A	160 IU (<i>International Unit</i>)
Vitamin C	2,0 mg
Vitamin D	0,5 – 4,4 IU
Vitamin E	0,08 mg
Vitamin B	
Thiamine	0,035 mg
Riboflavin	0,17 mg
Niacin	0,08 mg
Pantothenic acid	0,35 – 0,45 mg
Folic acid	3 – 8 µg
Biotin	0,5 µg
Pyridoxine	0,05 – 0,1 mg
Vitamin B12	0,5 µg

Didalam susu terdapat juga enzim-enzim fosfatase, lipase, katalase, peroksidase, protease, diastase, amilase, dan laktase. Dua jenis enzim yang paling penting adalah enzim yang berfungsi sebagai indikator perlakuan panas, yaitu: fosfatase dan peroksidase, dan enzim-enzim yang menyebabkan kerusakan seperti lipase (Purnomo & Adiono, 2009). Nutrisi yang tinggi pada susu tentunya merupakan media yang sangat baik bagi pertumbuhan mikroorganisme patogen maupun saprofit. Famili *Enterobacteriaceae*, terutama *Escherichia coli* dan *Aerobacter aerogenes* sering ditemukan dalam susu. Kedua spesies ini dapat menyebabkan fermentasi terhadap laktosa. Kerusakan susu mengakibatkan susu tidak dapat dikonsumsi, karena susu pecah, berbau dan terasa asam (Sunarlim, 2009).

2.1.3 Manfaat Susu

Menurut *Dairy Council of California* (2016), susu merupakan makanan yang kaya akan nutrisi, sumber yang baik dari beberapa nutrisi penting dan merupakan sumber lain, termasuk:

a. Kalsium

Penting untuk kesehatan tulang dan gigi, kontraksi otot, pembekuan darah normal dan fungsi sistem saraf. Kalsium juga memainkan peran protektif pada hipertensi, kanker tertentu dan dalam manajemen berat badan.

b. Protein

Dibutuhkan untuk mengembangkan dan mempertahankan otot, mempromosikan kesehatan kulit dan rambut, menjaga tingkat keseimbangan dan albumin darah hormonal. Penting untuk berfungsiya antibodi untuk membantu melawan infeksi.

c. Vitamin A

Dibutuhkan untuk pertumbuhan, pembelahan sel, reproduksi, kesehatan kulit, rambut dan jaringan, pengelihatan dan sistem kekebalan tubuh.

d. Vitamin D

Mempromosikan penyerapan dan penggunaan kalsium untuk tulang dan gigi yang sehat. Kulit dapat mensintesis vitamin D jika terkena sinar matahari yang cukup secara teratur meskipun kemampuan yang berkurang dengan usia.

e. Vitamin B12

Diperlukan untuk fungsi pada enzim dalam memproduksi energi dari lemak dan protein.

f. Potassium

Membantu menjaga tekanan darah yang sehat, dapat mengurangi risiko

pengembangan batu ginjal dan dapat membantu untuk mengurangi kehilangan tulang. Secara kolektif, vitamin ini dan mineral bekerja sama untuk menjaga tubuh tetap sehat dan membantu mencegah penyakit, seperti hipertensi dan osteoporosis.

g. Magnesium

Membantu transmisi impuls saraf dan kontraksi otot.

h. Fosfor

Merupakan komponen penting dari membran sel dalam bentuk fosfolipid.

Subroto (2008) menyebutkan terdapat beberapa komponen bioaktif dalam susu sapi yang memiliki efek kesehatan dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Komponen Bioaktif dalam Susu Sapi dan Fungsinya (Subroto, 2008)

Komponen	Fungsi
Kaseinfosfopeptida (CPP)	Mengikat dan melarutkan mineral seperti kalsium sehingga meningkatkan penyerapannya.
Peptida susu antihipertensi	Memblokir enzim pengonversi angiotensin, pengendali utama tekanan darah yang menyebabkan pembuluh darah mengerut serta ginjal menahan natrium dan air.
Laktoferin	Protein pengikat zat besi yang memiliki efek meningkatkan kekebalan dan antivirus.
Glikomakropeptida	Memperlambat pengosongan perut pada hewan dan sedang dipromosikan sebagai penekan nafsu makan di Amerika Serikat.
Asam linoleat terkonjugasi (CLA)	Mencegah kanker, mencegah pembentukan plak kolesterol sehingga mencegah penyakit jantung, mengaktifkan sistem kekebalan, meningkatkan efek insulin, dan anti-obesitas.
Asam miristat	Menstabilkan banyak protein yang berbeda, termasuk protein yang digunakan dalam sistem kekebalan dan protein untuk melawan kanker.
Sphingomyelin	Antikanker.
Asam butirat	Menghambat pertumbuhan sel-sel kanker, terutama kanker usus.

2.1.4 Pasteurisasi Susu

Susu mentah sangat rentan terkontaminasi mikroorganisme patogen seperti *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Mycobacterium tuberculosis*, *Campylobacter jejuni*, *Coxiella burnetii*, *Yersinia enterocolitica* dan *Salmonella*. Proses sterilisasi minimal diperlukan untuk menghindari risiko kontaminasi oleh mikroorganisme patogen yang berbahaya (Subroto, 2008). Pasteurisasi susu sapi adalah suatu upaya sanitasi yang dilakukan dengan cara memanaskan susu pada suhu tertentu dalam jangka waktu tertentu. Proses ini ditujukan untuk membunuh kuman yang mungkin

terdapat dalam susu tanpa mengubah kualitas susu tersebut (Chandra, 2007).

Proses pasteurisasi perlu dilakukan dengan benar sehingga membuat susu memiliki umur simpan yang lebih lama. Suhu dan waktu pasteurisasi adalah faktor penting yang harus diukur dalam menentukan kualitas dan kondisi umur simpan susu segar. Metode Pasteurisasi yang umum digunakan adalah sebagai berikut:

1. Pasteurisasi dengan suhu tinggi dan waktu singkat (*High Temperature Short Time/HTST*), yaitu proses pemanasan susu selama 15–16 detik pada suhu 71,7–75°C dengan alat *Plate Heat Exchanger*.
2. Pasteurisasi dengan suhu rendah dan waktu lama (*Low Temperature Long Time/LTLT*) yaitu proses pemanasan susu pada suhu 61°C selama 30 menit.
3. Pasteurisasi dengan suhu sangat tinggi (*Ultra High Temperature/UHT*) yaitu memanaskan susu pada suhu 131°C selama 0,5 detik. Pemanasan dilakukan dengan tekanan tinggi untuk menghasilkan perputaran dan mencegah terjadinya pembakaran susu pada alat pemanas (Setya, 2012).

2.2 Higiene dan Sanitasi

2.2.1. Prinsip-prinsip Sanitasi

Prinsip utama sanitasi susu sapi adalah mencegah terjadinya infeksi melalui susu sapi. Selain untuk mencegah infeksi, upaya sanitasi juga ditujukan untuk menjamin kebersihan susu sapi itu sendiri agar susu yang

ada bersih dan bebas dari infeksi. Jumlah bakteri yang terdapat dalam susu sapi bergantung pada kesehatan dan kebersihan sapi perah, kebersihan personel atau pengelolanya, kebersihan sarana dan peralatan yang digunakan. Kesemuanya itu pada dasarnya ditujukan untuk mencegah terjadinya kontaminasi pada susu (Chandra, 2007).

Terdapat beberapa faktor penting dalam upaya sanitasi terhadap susu sapi, diantaranya adalah sapi perah harus sehat, pegawai harus bersih dan sehat, lingkungan perusahaan bersih, buangan susu sapi harus terpisah, alat-alat yang digunakan harus bersih, alat pendingin susu yang baik (Chandra, 2007).

2.2.2. Risiko Kontaminasi

Cemaran mikroba patogen dapat masuk ke dalam pangan melalui kontaminasi silang dengan sumber-sumber seperti bahan baku, pekerja, peralatan pengolahan, vektor, dan lingkungan sekitar tempat pengolahan pangan. Kontaminasi mikroba patogen dapat terjadi pada semua rantai pengolahan pangan, oleh karena itu penentuan sumber-sumber kontaminasi mikroba dapat menghilangkan jalur masuk bagi perpindahan mikroba ke dalam pangan (Hatta *et al.*, 2011). Kunci dari faktor-faktor pengaruh resiko peternakan pada susu dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Kunci dari faktor-faktor pengaruh resiko peternakan pada susu sapi mentah (Food Standards, 2009).

Faktor Risiko	Dampak pada Keselamatan Susu	Cara Pengelolaan Resiko
Penyakit	Hewan pemerah yang sakit akan menunjukkan peningkatan penyebaran patogen langsung ke susu mentah atau kotoran yang dapat mencemari produksi dan lingkungan pemerasan. Hewan yang terinfeksi tanpa tanda-tanda penyakit (pembawa asimtotik) juga mungkin beresiko menyebarkan patogen, seringkali ke dalam susu dan feses.	Program pengendalian kesehatan hewan (termasuk mastitis).
Perumahan dan peternakan	Pemerasan susu terus menerus akan meningkatkan risiko kontaminasi dari ambing karena tingginya kepadatan lingkungan dan banyaknya limbah membuat sapi stres dan tempat sekitarnya menjadi kotor.	Menggunakan manajemen pemerasan yang baik dapat meningkatkan hasil susu sapi yang baik.
Feses	Feses dapat juga mencemari ambing dan menyebarkan patogen ke dalam susu mentah.	Mengurangi pencemaran lingkungan terhadap kebersihan ambing saat pemerasan.
Pakan	Kontaminasi atau kurangnya persiapan pakan dapat meningkatkan penyebaran penyakit. Kekurangan nutrisi dapat mempengaruhi kesehatan sapi, yang dapat mempengaruhi mutu dari susu sapi.	Kontrol atas persiapan, penyimpanan dan distribusi pakan, terutama silase.
Air	Air yang terkontaminasi yang digunakan sebagai sumber air minum, pencucian itu mengakibatkan resiko pada kontaminasi lingkungan.	Memastikan kualitas air yang cocok untuk digunakan.
Pemerasan Susu	Pemerasan susu yang buruk, termasuk kotor, dot pecah-pecah atau retak, kebersihan dan perawatan alat pemerasan susu yang tidak terjaga, dan buruknya kebersihan personal dapat menyebabkan kontaminasi pada susu mentah.	Sebelum dan setelah pemerasan kita harus menggunakan peralatan anti-septik dan menjaga kebersihannya.
Penyimpanan	Pengaruh dari temperatur yang tidak cocok dapat menyebabkan bertumbuhnya pathogen.	Segera menyimpan susu kedalam tempat pendingin.
Pengemasan/ pengangkutan	Pengepakan dan kurangnya kebersihan dapat menyebabkan kontaminasi pada susu. Temperatur yang tidak terkontrol selama mengantar susu dapat juga menyebabkan bertumbuhnya patogen.	Gunakan prosedur kebersihan dan pengepakan yang benar.

2.3 Cemaran Mikroba dalam Susu

Pada Standar Nasional Indonesia (SNI) No. 7388 tahun 2009, Badan Standarisasi Nasional (BSN) telah menemukan batas maksimum cemaran mikroba dalam susu, baik susu pasteurisasi maupun susu UHT, yaitu terlihat pada tabel 5.

Tabel 5. Batasan Maksimum Cemaran Mikroba dalam Susu (SNI No. 7388: 2009)

No. Kat Pangan	Kategori Pangan	Jenis Cemaran Mikroba	Batas Maksimum
01.1	Susu pasteurisasi (tawar atau berperisa)	ALT (30°C, 72 jam) APM <i>Coliform</i> APM <i>Escherichia coli</i> <i>Salmonella sp.</i> <i>Staphylococcus aureus</i> <i>Listeria monocytogenes</i>	5 x 10 ⁴ koloni /ml 10 /ml < 3 /ml Negatif /25 ml 1 x 10 ² koloni /ml Negatif /25ml
	Susu steril dan susu UHT (tawar atau berperisa)	ALT (30°C, 72 jam) setelah inkubasi selama 15 hari	< 10 koloni /0,1ml

Keterangan:

ALT = Angka Lempeng Total
APM = Angka Paling Mungkin

Pada penelitian oleh Latifa (2015) tentang identifikasi bakteri *Escherichia coli* pada susu sapi segar dan susu sapi cair kemasan *Ultra High Temperature* (UHT) di Kecamatan Mampang Prapatan Tahun 2015, menunjukkan empat dari lima sampel susu sapi segar memiliki jumlah bakteri *E. coli* lebih dari batas maksimum disertai jumlah koliform yang berlebih pula. Hasil penelitian pada lima merek susu sapi cair kemasan UHT yang dijual di kecamatan Mampang Prapatan, tidak ditemukan bakteri *Coliform* maupun bakteri *Escherichia coli* (Latifa, 2015). Penelitian oleh Anni Kusumaningsih dan Tati Ariyanti (2013) tentang cemaran bakteri

patogenik pada susu sapi segar dan resistensinya terhadap antibiotika, menunjukan nilai MPN *Coliform* pada 33 dari 34 (97,06 %) sampel susu melebihi batas ambang yang ditetapkan dalam SNI, dan MPN *Escherichia coli* sebanyak 14 dari 34 (41,18%) sampel susu melebihi batas ambang yang ditetapkan dalam SNI (Kusumaningsih & Ariyanti, 2013).

Berdasarkan penelitian Abu Bakar dan kawan-kawan (2000) menyatakan bahwa susu pasteurisasi baik dengan metode HTST maupun LTLT masih baik dikonsumsi sampai umur penyimpanan 15-21 jam pada suhu penyimpanan 27,5°C (suhu kamar). Dapat dikatakan bahwa semakin lama penyimpanan jumlah total mikroorganisme akan bertambah. Berdasarkan korelasi antara suhu pasteurisasi dan lama penyimpanan, jumlah bakteri susu yang disimpan selama 12 jam pada suhu 65°C selama 30 menit dan 71°C selama 15 detik pada suhu kamar 27,5°C sangat meningkat (Abubakar *et al.*, 2000).

2.3.1. *Coliform*

Coliform merupakan golongan bakteri intestinal yang hidup dalam saluran pencernaan manusia dan hewan. Bakteri *Coliform* digunakan sebagai indikator adanya polusi kotoran dan kondisi yang tidak baik terhadap air, makanan, maupun minuman. Keberadaan bakteri di dalam air minum menunjukkan rendahnya tingkat sanitasi (Treyens, 2009). Bakteri kelompok *Coliform* meliputi bakteri berbentuk batang, Gram negatif, tidak membentuk spora, dan dapat memfermentasi laktosa dengan memproduksi

gas dan asam pada suhu 35°C dalam waktu kurang dari 48 jam (Yousef, 2003).

Bakteri *Coliform* dibagi menjadi dua golongan yaitu : *Coliform* fekal berasal dari kotoran manusia dan hewan diantaranya adalah *Escherechia coli*. *Coliform* non fekal berasal dari hewan dan tumbuhan yang telah mati diantaranya adalah *Klebsiella sp.*, *Serratia sp.*, *Enterobacter sp.*, *Citrobacter sp.* (Batt & Tortorello, 2014). *Coliform* fekal dapat tumbuh pada suhu inkubasi yang lebih tinggi yaitu 44,5°C sedangkan bakteri *Coliform* non fekal umumnya tidak mampu tumbuh pada suhu tersebut (Anonim, 2008).

2.3.2. *Escherichia coli*

Berdasarkan taksonominya *E. coli* diklasifikasikan sebagai berikut :

Kingdom : Prokariot
Divisi : Gracilicutes
Kelas : Scotobacteria
Ordo : Eubacteriales
Famili : Enterobacteriaceae
Genus : Escherichia
Spesies : *Escherichia coli*

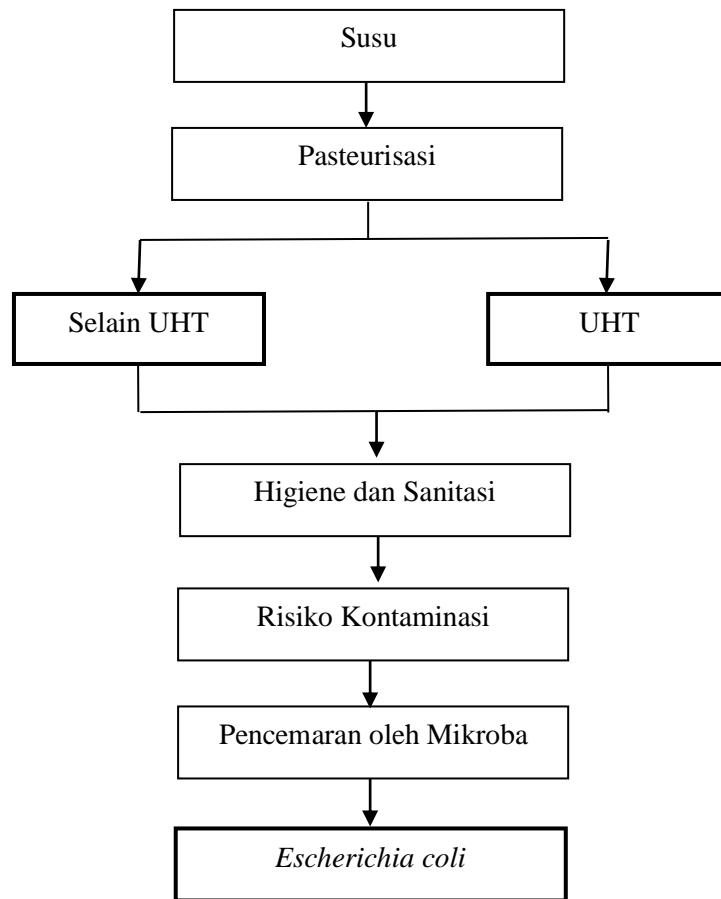
(Brooks *et al.*, 2012)

Bakteri *Escherichia coli* (*E. coli*) biasanya hidup di usus manusia dan hewan. Bakteri ini tergolong bakteri Gram negatif, berbentuk batang

biasanya berukuran $0,5 \times 1 - 3 \mu$, tidak membentuk spora, kebanyakan bersifat motil (dapat bergerak) menggunakan flagela, ada yang mempunyai kapsul, dapat menghasilkan gas dari glukosa, dan dapat memfermentasi laktosa (Badan POM RI, 2014; Melliawati, 2009). *Escherichia coli* diklasifikasikan berdasarkan karakteristik sifat virulensinya, dan masing-masing kelompok menyebabkan penyakit melalui mekanisme yang berbeda. Strain *Escherichia coli* antara lain EPEC (*Enteropathogenic Escherichia coli*), EIEC (*Enteroinvasive Escherichia coli*), EAEC, (*Enteroaggregative Escherichia coli*), ETEC (*Enterotoxigenic Escherichia coli*), dan EHEC (*Enterohemorrhagic Escherichia coli*) (Brooks *et al.*, 2012).

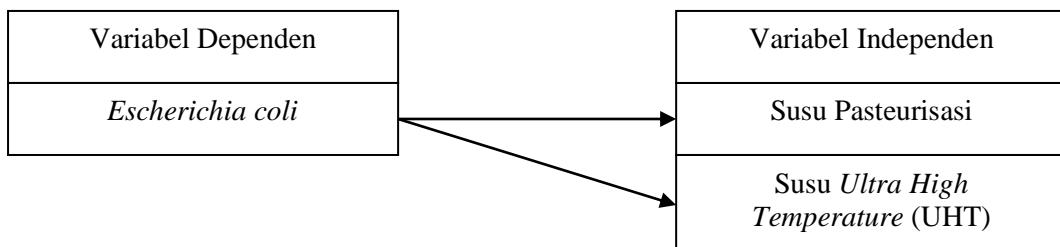
Kebanyakan *E. coli* tidak berbahaya dan merupakan bagian penting dari saluran usus manusia yang sehat. Namun, ada beberapa *E. coli* yang bersifat patogen, yang berarti mereka dapat menyebabkan penyakit, diare atau penyakit luar saluran usus. Jenis *E. coli* yang dapat menyebabkan diare dapat ditularkan melalui air atau makanan yang terkontaminasi, atau melalui kontak dengan hewan atau orang (*Centers for Disease Control and Prevention*, 2015).

2.4 Kerangka Pemikiran



Gambar 1. Kerangka Pemikiran
 (Purnomo & Adiono, 2009; Chandra, 2007; Setya, 2012; Hatta *et al.*, 2011;
 Latifa, 2015; Kusumaningsih & Ariyanti, 2013; Abubakar *et al.*, 2000)

2.5 Kerangka Konsep



Gambar 2. Kerangka Konsep

2.7 Hipotesis Penelitian

Adapun hipotesis dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. H_0 : Tidak terdapat perbandingan jumlah bakteri *Escherichia coli* antara susu sapi pasteurisasi dengan susu sapi *Ultra High Temperature* (UHT) yang beredar Bandar Lampung.
- b. H_a : Terdapat perbandingan jumlah bakteri *Escherichia coli* antara susu sapi pasteurisasi dengan susu sapi *Ultra High Temperature* (UHT) yang beredar Bandar Lampung.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain penelitian deskriptif untuk mengetahui perbandingan jumlah bakteri *Escherichia coli* pada susu sapi pasteurisasi dan susu sapi *Ultra High Temperature* (UHT) yang beredar di Bandar Lampung dengan melakukan pemeriksaan Laboratorium.

3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan November - Desember 2016. Sterilisasi alat-alat dan penelitian dilakukan di UPTD Balai Laboratorium Kesehatan Provinsi Lampung.

3.3 Subjek Penelitian

3.3.1. Populasi

3.3.1.1 Susu Sapi Pasteurisasi

Populasi susu sapi pasteurisasi adalah beberapa kedai susu yang menjual susu sapi pasteurisasi di Bandar Lampung.

3.3.1.2 Susu Sapi UHT

Populasi susu sapi UHT adalah supermarket yang menjual susu sapi UHT di Bandar Lampung.

3.3.2. Sampel

Sampel pada penelitian ini adalah susu sapi pasteurisasi dan susu sapi UHT yang beredar di pasaran kota Bandar Lampung. Sampel ditentukan dengan *purposive sampling* untuk susu pasteurisasi dan susu UHT dimana jumlah sampel disesuaikan saat peneliti menemukan susu sapi pasteurisasi dan susu sapi UHT di kota Bandar Lampung. Besar sampel ditentukan dengan menggunakan rumus *Lemeshow* yaitu sebagai berikut:

$$n = \frac{Z^2 \alpha \cdot p \cdot q}{d^2} = \frac{Z^2 \alpha \cdot p(1-p)}{d^2}$$

Keterangan:

n = jumlah sampel minimal yang diperlukan

$Z^2\alpha$ = derajat kepercayaan ($90\% = 1,645$)

p = proporsi subyek yang memenuhi syarat (26,3%)

q = proporsi subyek yang tidak memenuhi syarat (73,7%)

d = *limit error* atau tingkat presisi (20%)

sehingga diperoleh jumlah sampel sebagai berikut:

$$n = \frac{1,645^2 \cdot 0,263 \cdot (1-0,263)}{0,2^2}$$

$$n = \frac{2,7 \cdot 0,263 \cdot 0,737}{0,04}$$

$$n = \frac{0,5233437}{0,04}$$

$n = 13,0836 = 14$, dibulatkan menjadi 15 sampel

Keterangan: nilai p dan q berdasarkan hasil penelitian (Sartika *et al.*, 2005).

Jumlah sampel yang didapat berdasarkan hasil perhitungan rumus Lemeshow adalah sebesar 15 sampel untuk masing-masing jenis susu yang berarti 15 sampel untuk susu pasteurisasi dan 15 sampel untuk susu UHT, yang berarti total sampel sebesar 30 sampel.

3.4 Kriteria Pengambilan Sampel

3.4.1 Kriteria Inklusi

3.4.1.1 Susu Sapi Pasteurisasi

- a. Susu sapi pasteurisasi yang memiliki rasa original (tidak ditambahkan rasa-rasa).
- b. Susu sapi pasteurisasi yang dijual di kedai susu Bandar Lampung.
- c. Susu sapi pasteurisasi yang tidak kadaluarsa.

3.4.1.2 Susu Sapi UHT

- a. Susu sapi UHT rasa *fullcream* dengan kemasan yang masih baik, dan tidak kadaluarsa.
- b. Susu sapi UHT kemasan kotak.

- c. Susu sapi UHT yang dijual supermarket di Bandar Lampung.
- d. Susu sapi UHT produksi Indonesia.

3.4.2 Kriteria Eksklusi

3.4.1.1 Susu Sapi Pasteurisasi

- a. Susu sapi pasteurisasi rasa vanilla, cokelat, strawberi, dan rasa lainnya.
- a. Susu sapi pasteurisasi yang dijual di supermarket, warung, toko, pasar.

3.4.1.2 Susu Sapi UHT

- b. Susu sapi kemasan botol dan bantal.
- c. Susu sapi UHT rasa vanilla, cokelat, strawberi, dan rasa lainnya.
- d. Susu sapi UHT *lowfat*.

3.5 Objek Penelitian

Objek pada penelitian ini adalah susu sapi pasteurisasi yang diperoleh dari kedai susu dan susu sapi UHT yang diperoleh dari supermarket di Bandar Lampung.

3.6 Variabel Penelitian

Variabel dependen dalam penelitian ini adalah susu sapi pasteurisasi dan susu sapi UHT, sedangkan variabel independen dalam penelitian ini adalah bakteri *Escherichia coli*.

3.7 Definisi Operasional

Definisi operasional dari variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian, dijelaskan dalam tabel 5.

Tabel 6. Definisi Operasional

Variabel	Definisi Operasional	Alat Ukur	Hasil Ukur	Skala
Susu sapi pasteurisasi	Susu sapi yang telah melalui proses pemanasan (pasteurisasi) yang dijual oleh pedagang.	Gelas ukur 100 ml, 10 ml, <i>Beaker glass</i> .	25 ml susu sapi pasteurisasi	Nominal
Susu sapi UHT	Susu sapi yang telah melalui proses pemanasan (pasteurisasi) lebih tinggi (<i>ultra high temperature</i>) yang dijual di supermarket.	Gelas ukur 100 ml, 10 ml, <i>Beaker glass</i> .	25 ml susu sapi UHT	Nominal
<i>Escherichia coli</i>	Ada atau tidaknya ditemukan bakteri <i>E. coli</i> dalam susu sapi pasteurisasi dan susu sapi UHT.	1. Tabel MPN 2. Pewarnaan Gram 3. <i>Indole, voges proskauer, methyl red, citrate</i> 4. Glukosa, laktosa, maltosa, manitol, sukrosa	Tes MPN disuaikan dengan tabel MPN Pewarnaan Gram <i>Escherichia coli</i> menunjukkan Gram negatif Tes biokimia positif <i>Escherichia coli</i> terbentuk koloni bakteri pada EMB, SIM, dan SC Tes biokimia negatif <i>Escherichia coli</i> tidak terbentuk koloni bakteri pada EMB, SIM, dan SC	Nominal

Jumlah bakteri <i>E. coli</i>	Besarnya jumlah bakteri <i>E. coli</i> yang terdapat dalam sampel	Tabel MPN	Jumlah bakteri dicocokan dengan tabel MPN	Numerik
-------------------------------	---	-----------	---	---------

3.8 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah susu sapi pasteurisasi yang diperoleh dari kedai susu dan susu sapi UHT yang diperoleh dari supermarket di Bandar Lampung.

3.9 Alat-alat dalam Penelitian

Alat-alat yang digunakan adalah alat-alat laboratorium mikrobiologi, seperti cawan petri, tabung reaksi, pipet ukur, penghitung koloni (*colony counter*), pinset, jarum inokulasi (ose), pembakar bunsen, pengocok tabung (*vortex*), inkubator, penangas air, *autoclave*, lemari steril (*clean bench*), lemari pendingin (*refrigerator*), *freezer*, tabung Durham, gelas ukur, rak tabung reaksi, labu Erlenmeyer, *micropipette*, korek api, botol vial, label, spidol, kamera.

3.10 Media dan Reagen Penelitian

Media pertumbuhan bakteri dan reagen yang digunakan dalam penelitian ini adalah PCA (*Plate Count Agar*); larutan BPW (*Buffered Pepton Water*) 0,1 %; LB (*Lactose Broth*); BGLB (*Brilliant Green Lactose Broth*); EMBA (*Eosin Methylene Blue Agar*); MR-VP (*Methyl Red-Voges Proskauer*); KCB (*Kalium Cyanide Broth*); Reagen *Erlich*; Reagen

Voges-Proskauer (VP); Media gula-gula : Glukosa, Laktosa, Manitol, Maltosa, Sukrosa.

3.11 Cara Pengambilan Sampel

Sampel susu pasteurisasi yang telah dibeli diambil kedalam botol steril kemudian diberi kode, lokasi pengambilan dan tanggal pengambilan sampel dengan menggunakan spidol yang telah dibeli kemudian masukan kedalam *coolbox* kemudian dibawa ke UPTD Balai Laboratorium Kesehatan Provinsi Lampung dalam waktu < 24 jam. Sampel susu UHT yang telah dibeli kemudian langsung dibawa ke UPTD Balai Laboratorium Kesehatan Provinsi Lampung bersamaan dengan sampel susu pasteurisasi.

3.12 Prosedur Penelitian

1. Menghitung *Most Probable Number* (MPN)

Metode *Most Probable Number* (MPN) terdiri dari uji *presumptif* (penduga) dan uji konfirmasi (peneguhan), dengan menggunakan media cair di dalam tabung reaksi dan dilakukan berdasarkan jumlah tabung positif. Pengamatan tabung positif dapat dilihat dengan timbulnya gas di dalam tabung Durham. Ukur sampel sebanyak 25 ml secara aseptik, kemudian masukkan dalam wadah steril. Tambahkan 225 ml larutan *Buffer Peptone Water* (BPW) 0.1 % steril ke dalam kantong steril yang berisi contoh, lalu homogenkan dengan selama 1 menit. Ini merupakan larutan dengan pengenceran 10^{-1} . Pengujian menggunakan seri 3 tabung.

Uji Pendugaan

Pindahkan 1 ml larutan pengenceran 10^{-1} tersebut dengan pipet steril ke dalam larutan 9 ml BPW 0,1 % untuk mendapatkan pengenceran 10^{-2} . Dengan cara yang sama seperti di atas dibuat pengenceran 10^{-3} . Pipet masing-masing 1 ml dari setiap pengenceran ke dalam 3 seri tabung *Lactose Broth* (LB) yang berisi tabung Durham. Inkubasi pada temperatur 35 °C selama 24 jam sampai dengan 48 jam. Perhatikan adanya gas yang terbentuk di dalam tabung Durham. Hasil uji dinyatakan positif apabila terbentuk gas.

Uji Konfirmasi (Peneguhan)

Pengujian harus selalu disertai dengan menggunakan kontrol positif. Pindahkan biakan positif dari uji penduga dengan menggunakan jarum inokulasi dari setiap tabung LB ke dalam tabung *Brilliant Green Lactose Broth* (BGLB) yang berisi tabung Durham. Inkubasikan BGLB pada temperatur 45,5 °C selama 24 jam ± 2 jam, jika hasilnya negatif inkubasikan kembali selama 48 jam ± 2 jam. Perhatikan adanya gas yang terbentuk di dalam tabung Durham. Hasil uji dinyatakan positif apabila terbentuk gas. Selanjutnya gunakan tabel *Most Probable Number* (MPN) untuk menentukan nilai MPN berdasarkan jumlah tabung BGLB yang positif mengandung gas di dalam tabung Durham sebagai jumlah *E.coli* per mililiter atau per gram. Banyaknya koliform yang terdapat dalam contoh uji diinterpretasikan dengan mencocokkan kombinasi jumlah tabung yang memperlihatkan hasil positif, berdasarkan tabel nilai MPN. Kombinasi yang diambil, dimulai

dari pengenceran tertinggi yang masih menghasilkan semua tabung positif, sedangkan pada pengenceran berikutnya terdapat tabung yang negatif. Kombinasi yang diambil terdiri dari tiga pengenceran.

2. Isolasi Identifikasi Bakteri

Buat goresan pada media *Eosin Methylen Blue Agar* (EMBA) dari tabung BGLB yang positif, inkubasi pada temperatur 35 °C selama 18-24 jam. Koloni yang diduga *E. coli* berdiameter 2-3 mm, warna hitam atau gelap pada bagian pusat koloni, dengan atau tanpa metalik kehijauan yang mengkilat pada media EMBA.

3. Pewarnaan Gram

Pada EMBA, ambil koloni yang ambil koloni yang berwarna hitam atau gelap pada bagian pusat koloni, dengan atau tanpa metalik kehijauan yang mengkilap dengan ose. Kemudian letakkan diatas kaca preparat, fiksasikan diatas api dengan cara melewatkannya 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 salfranin dan tunggu hingga 2 menit. Bersihkan kembali diatas air mengalir. Keringkan preparat diatas tisu.

4. Pemeriksaan Mikroskop

Teteskan minyak imersi terlebih dahulu sebanyak satu tetes. Kemudian periksa preparat dibawah mikroskop dari perbesaran paling kecil terlebih dahulu. Setelah menemukan letakkan koloni, ganti perbesaran hingga 100 kali. Bentuk *Escherichia coli* yang sesuai adalah berwarna merah, bentuk batang pendek, dan kokus tunggal.

5. Uji Biokimia Bakteri

Koloni dugaan adanya koliform yang didapat dari media EMBA, dilakukan uji biokimia. Ose digoreskan pada koloni *suspect Coliform* kemudian ditanamkan pada tabung-tabung untuk uji biokimia (glukosa, sukrosa, maltosa, laktosa, manitol, SIM, SC), lalu diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam.

Uji Produksi Indole

Koloni dari media EMBA diinokulasikan pada tabung berisi SIM dan inkubasikan pada temperatur 35°C selama 24 jam ± 2 jam. Lalu tambahkan beberapa tetes reagen *Erlich* hingga timbul cincin merah pada lapisan atas untuk hasil yang positif, dan cincin kuning untuk hasil yang negatif.

Uji Voges-Proskauer (VP)

Ambil biakan dari media EMBA lalu inokulasikan ke tabung yang berisi 10 ml media MR-VP dan inkubasikan pada temperatur 35 °C selama 48 jam ± 2 jam. Pindahkan 5 ml MR-VP ke tabung reaksi dan tambahkan 0.6 ml larutan α-naphthol dan 0.2 ml KOH 40 %,

kemudian digoyang-goyang. Hasil reaksi positif ditandai adanya warna merah muda eosin dalam waktu 2 jam.

Uji Methyl Red (MR)

Ambil biakan dari media EMBA lalu inokulasikan ke tabung yang berisi 10 ml media MR-VP dan inkubasikan pada temperatur 35 °C selama 48 jam ± 2 jam. Tambahkan 2 tetes sampai dengan 5 tetes indikator MR pada tabung. Hasil uji positif ditandai adanya warna merah dan hasil reaksi negatif ditandai adanya warna kuning.

Uji Citrate

Inokulasikan koloni dari media EMBA ke dalam media KCB, dan inkubasikan pada temperatur 35 °C selama 96 jam. Hasil uji positif ditandai dengan terbentuknya kekeruhan pada media.

Uji Gula-gula

Koloni dari media EMBA diinokulasikan pada tabung berisi glukosa, laktosa, maltosa, manitol, dan sukrosa. Kemudian inkubasi pada temperatur 35°C selama 48 jam ± 2 jam. Amati adanya pembentukan gas pada tabung Durham dan perubahan pH menjadi asam (warna dari ungu berubah menjadi kuning) untuk hasil yang positif.

Interpretasi Hasil Uji Biokimia

Dalam uji biokimia, suspek *Escherichia coli* menunjukkan uji glukosa positif, sukrosa positif, maltosa positif, manitol positif, serta uji laktosa positif dan dapat pula negatif. Pada uji SIM, produksi H₂S negatif, uji indole

positif motilitas dapat positif atau negatif. Untuk uji SC, hasilnya menunjukkan negatif.

Tabel 7. Interpretasi Positif Kontaminasi pada Uji Biokimia (MacWilliam, 2013; Sturm, 2013)

No	Bakteri	Uji Biokimia									
		Glu	Suk	Mal	Man	Lak	H2S	Ind	M	C	
1	<i>Escherichia coli</i>	+	+/-	+	+	+/-	-	+	+	-	
2	<i>Salmonella sp.</i>	+	-	+	+	-	+	-	+	+/-	
3	<i>Shigella sp.</i>	+	+	+	-	-	-	-	-	-	
4	<i>Klebsiella sp.</i>	+	+	+	+/-	+	-	-	-	+	
5	<i>Enterobacter sp.</i>	+	+	+	+	+	-	-	+	+	
6	<i>Proteus sp.</i>	+	+	-	-	-	+	-	+	+/-	

Keterangan :

Glu = Glukosa

H2S = Sulfur production

Suk = Sukrosa

Ind = Reaksi indole

Mal = Maltosa

M = Motilitas

Man = Manitol

C = Citrate

Lak = Laktosa

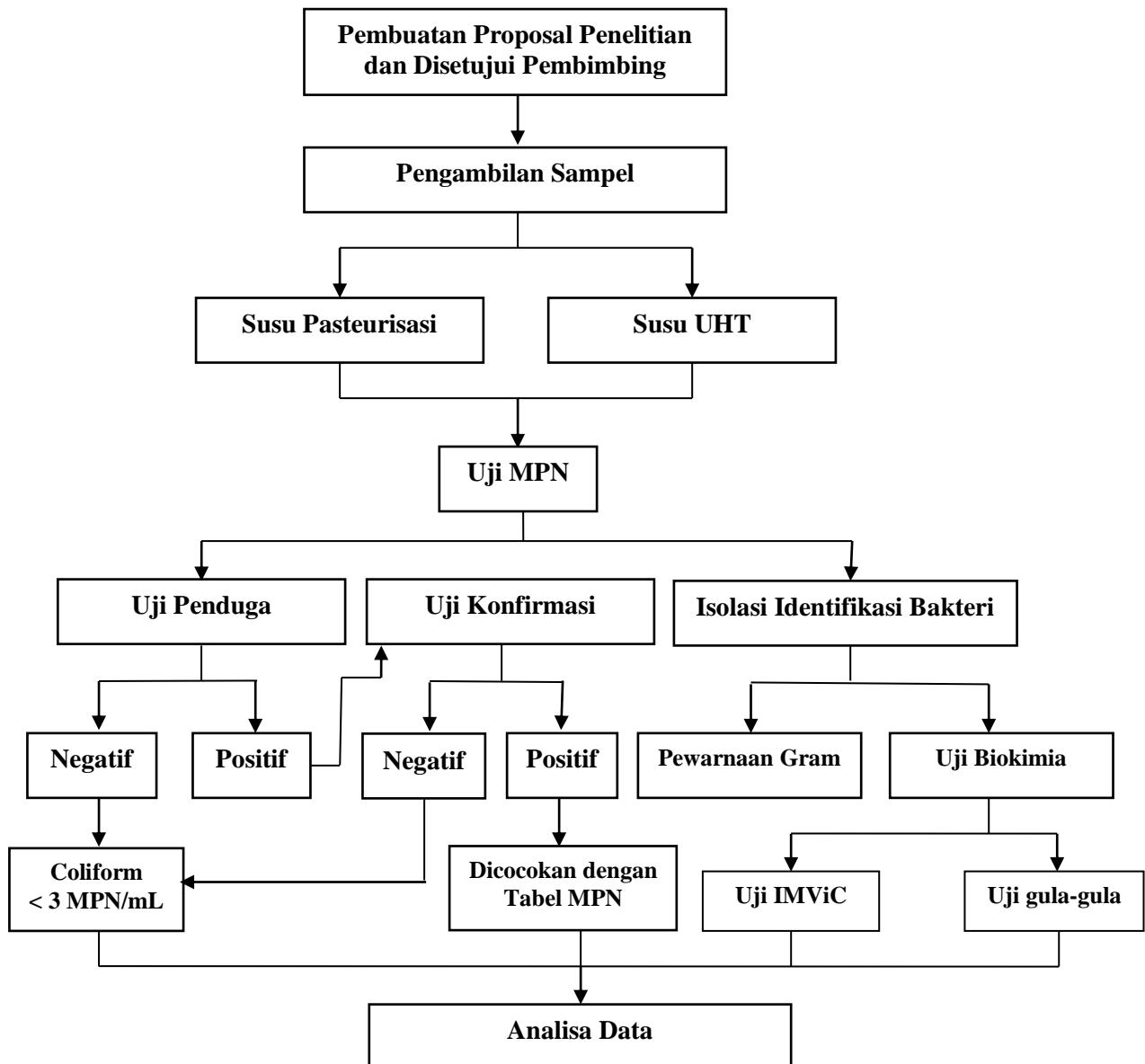
Tabel 8. Interpretasi Positif Kontaminasi Media Agar Eosin Metilen Blue (Allen, 2013; Buxton, 2013; Cheeptham, 2013)

No.	Bakteri	EMB
1	<i>Escherichia coli</i>	Hijau metalik
2	<i>Salmonella sp.</i>	Tidak berwarna
3	<i>Shigella sp.</i>	Tidak berwarna
4	<i>Klebsiella sp.</i>	Pink mukoid
5	<i>Enterobacter sp.</i>	Tidak berwarna
6	<i>Proteus sp.</i>	Tidak berwarna

Keterangan :

EMB = Eosin Methylene Blue Agar

3.13 Mekanisme Alur Penelitian



Gambar 3. Mekanisme Alur Penelitian

3.14 Analisa Data

Data yang diperoleh akan diolah dengan analisis univariat untuk mengetahui jumlah bakteri pada susu sapi pasteurisasi dan susu sapi UHT kemudian hasil yang diperoleh akan dipersentasekan dan dibandingkan

dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) No. 7388:2009 tentang persyaratan batas maksimum kontaminasi bakteri dalam susu sapi pasteurisasi maupun susu sapi UHT sehingga dapat disimpulkan sampel yang memenuhi syarat dan sampel yang tidak memenuhi syarat.

3.15 Etika Penelitian

Penelitian ini telah mendapatkan *Ethical Clearence* dari Komisi Etik Fakultas Kedokteran Universitas Lampung dengan nomor 203/UN26.8/DL/2017.

BAB V **SIMPULAN DAN SARAN**

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian ini didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Terdapat perbandingan jumlah bakteri *Escherichia coli* antara susu sapi Pasteurisasi dengan susu sapi UHT.
2. Terdapat bakteri *Escherichia coli* pada satu dari lima sampel susu sapi Pasteurisasi yaitu sebesar 3 /ml yang berarti melebihi batas maksimum dalam ketentuan SNI.
3. Tidak terdapat bakteri *Escherichia coli* pada lima sampel susu sapi UHT, yang berarti jumlah bakteri *Escherichia coli* pada lima sampel tersebut adalah 0 /ml, yang berarti sesuai dalam ketentuan SNI.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat disampaikan dari penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Bagi peneliti lain
Peneliti lain disarankan untuk meneliti jenis bakteri Coliform yang terdapat dalam susu sapi Pasteurisasi.
2. Bagi masyarakat

Masyarakat disarankan melakukan pemanasan secara UHT agar lebih aman dikonsumsi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abubakar, Nurjannah, Triyantini, Sunarlim R, Setiyanto H. 2000. Pengaruh suhu dan waktu pasteurisasi terhadap mutu susu selama penyimpanan. Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner. 6(1):45-50.
- Alang H. 2015. Deteksi *Coliform* Air PDAM di Beberapa Kecamatan Kota Makassar. Prosiding Seminar Nasional Mikrobiologi Kesehatan dan Lingkungan.
- Allen ME. 2013. MacConkey Agar Plates Protocols. Diakses pada 21 Mei 2016. <http://www.microbe-lab.org/component/resource/laboratory-test/2855-macconkey-agar-plates-protocols>.
- Anonim. 2008. Indicator Bacteria - Total and Fecal Coliforms, *E. coli*. Diakses pada 7 Januari 2017. Tersedia dari: www.unc.edu/courses/2008fall/envr/431/001/ficklecoliforms.pdf
- Badan POM RI, Sentra Informasi Keracunan Nasional. 2014. Keracunan Pangan Akibat Bakteri Patogen. Diakses pada 21 Mei 2016. Tersedia dari: <http://ik.pom.go.id/v2014/artikel/Keracunan-Pangan-Akibat-Bakteri-Patogen3.pdf>
- Badan Standardisasi Nasional. 2009. SNI 7388:2009 Batas Maksimum Cemaran Logam Berat dalam Pangan. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional Indonesia.
- Badan Standarisasi Nasional. 2008. SNI 2897:2008 Metode Pengujian Cemaran Mikroba dalam Daging, Telur dan Susu, serta hasil Olahannya. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional Indonesia.
- Bahri S. 2008. Beberapa Aspek Keamanan Pangan Asal Ternak di Indonesia. Pengembangan Inovasi Pertanian. 1(3): 225–242.
- Balia RL, Harlia E, Suryanto D. 2008. Jumlah Bakteri Total dan Koliform pada Susu Segar Peternakan Sapi Perah Rakyat dan Susu Pasteurisasi Tanpa Kemasan di Pedagang Kaki Lima. Puslitbang Peternakan Universitas Padjajaran. 322-325.
- Batt CA, Tortorello ML. 2014. Encyclopedia of Food Microbiology. London: Elsevier.

- Brooks GF, Caroll KC, Butel JS, Morse SA, Mietzner TA. 2012. Mikrobiologi Kedokteran Jawetz, Melnick, & Adelberg. Edisi 25. Jakarta: EGC.
- Buxton R. 2013. Blood Agar Plate and Hemolysis Protocols. Diakses pada 21 Mei 2016. Tersedia dari: <http://www.microbelibrary.org/component/resource/laboratory-test/2885-blood-agar-plates-and-hemolysis-protocols>.
- Centers for Disease Control and Prevention. 2015. *Escherichia coli*. diakses pada 21 Desember 2016. Tersedia dari: <https://www.cdc.gov/ecoli/general/>
- Centers for Disease Control and Prevention. 2015. Foodborne Illness, Foodborne Disease. Diakses pada 21 Mei 2016. Tersedia dari: <http://www.cdc.gov/foodsafety/foodborne-germs.html>
- Chandra B. 2007. Pengantar Kesehatan Lingkungan - Google Buku. Jakarta: EGC.
- Cheeptham N, Lai A. 2013. Eosin-Methylene Blue Agar Plates Protocols. Diakses pada 21 Mei 2016. Tersedia dari: <http://www.microbelibrary.org/component/resource/laboratory-test/2869-eosin-methylene-blue-agar-plates-protocol>.
- Cheeptham N. 2007. Eosin Methylene Blue Agar. Diakses 21 Mei 2016. Tersedia dari: <http://www.microbelibrary.org/component/resource/laboratory-test/2871-eosin-methylene-blue>
- Dairy Council of California. 2016. Health Benefits of Milk. Diakses pada 24 Mei 2016. Tersedia dari: <http://www.healthyeating.org/Healthy-Eating/All-Star-Foods/Milk-Dairy/Article-Viewer/Article/64/Health-Benefits-of-Milk.aspx>
- Food Standards Australia New Zealand. 2009. Microbiological Risk Assessment of Raw Cow Milk.
- Hendrasty HK. 2013. Pengemasan dan Penyimpanan Bahan Pangan. Edisi 1. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Kusumaningsih A, Ariyanti T. 2013. Cemaran Bakteri Patogenik pada Susu Sapi Segar dan Resistensinya terhadap Antibiotika. 12(4): 9–17.
- Latifa OHA. 2015. Identifikasi Bakteri *Escherichia coli* pada Susu Sapi Segar dan Susu Sapi Cair Kemasan Ultra High Temperature (UHT) di Kecamatan Mampang Prapatan Tahun 2015 (skripsi). Jakarta: Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.
- MacWilliams MP. 2013. Indole Test Protocols. Diakses pada 21 Mei 2016. Tersedia dari: <http://www.microbelibrary.org/component/resource/laboratory-test/3202-indole-test-protocol>.
- MacWilliams MP. 2013. Citrate Test Protocols. Diakses pada 21 Mei 2016. Tersedia dari: <http://www.microbelibrary.org/component/resource/laboratory-test/3203-citrate-test-protocol>

- laboratory-test/3203-citrate-test-protocol. Diakses pada 21 Mei 2016.
- Melliawati, R. 2009. *Escherichia coli* dalam Kehidupan Manusia. BioTrends. 4(1):10–14.
- Purnawijayanti HA. 2006. Sanitasi Higiene dan Keselamatan Kerja dalam Pengolahan Makanan. Yogyakarta: Kanisius.
- Purnomo H, Adiono. 2009. Ilmu Pangan. Jakarta: UI-Press.
- Sartika RAD, Indrawani YM, Sudiarti T. 2005. Analisis Mikrobiologi *Escherichia coli* O157:H7 Pada Hasil Olahan Hewan Sapi Dalam Proses Produksinya. Makara Kesehatan. 9(1): 23–28.
- Saparinto C, Hidayati D. 2006. Bahan Tambahan Pangan. Yogyakarta: Kanisius.
- Setya AW. 2012. Teknologi Pengolahan Susu. Surakarta: Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Slamet Riyadi.
- Sturm TL. 2013. Sulfur Indole Motility (SIM). Diakses pada 21 Mei 2016. Tersedia dari: <http://www.microbelibrary.org/library?task=goto&link=33319>.
- Subroto MA. 2008. Real Food True Health. Jakarta: AgroMedia Pustaka
- Sunarlim R. 2009. Potensi *Lactobacillus sp.* Asal dari Dadih sebagai Starter pada Pembuatan Susu Fermentasi Khas Indonesia. Buletin Teknologi Pascapanen Pertanian. 5: 69-76.
- Sutton S. 2010. The Most Probable Number Method and Its Uses in Enumeration, Qualification, and Validation. Journal of Validation Technology.
- Syarif E K, Harianto B. 2011. Buku Pintar Beternak & Bisnis Sapi Perah. Jakarta: AgroMedia Pustaka.
- Treyens C. 2009. Bacteria and Private Wells. Diakses 18 Desember 2016. Tersedia dari: http://www.nesc.wvu.edu/pdf/dw/publications/ontap/magazine/OTWI09_features/BacteriaAndPrivateWells.pdf.
- Vahedi M, Nasrolahei M, Sharif M, Mirabi AM. 2013. Bacteriological Study of Raw and Unexpired Pasteurized Cow's Milk Collected at the Dairy Farms and Supermarkets in Sari City in 2011. Journal of Preventive Medicine and Hygiene. 54(2): 120-123.
- Yousef AE, Carlstrom C. 2003. Food Microbiology: a Laboratory Manual. America: Wiley-Interscience Publication