

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Susu Sapi

1. Definisi

Susu adalah hasil sekresi kelenjar susu pada sapi yang sedang dalam masa laktasi, yang diperoleh melalui proses pemerahan yang utuh (tidak termasuk kolostrum), tanpa adanya penambahan atau pengurangan komponen apapun (Kumala, 2018). Susu segar (*raw milk*) merupakan cairan yang berasal dari ambing sapi yang sehat dan bersih, diperoleh menggunakan cara pemerahan yang benar, dan kandungan alaminya tak dikurangi atau ditambah sesuatu apapun serta belum mendapat perlakuan apapun kecuali pendinginan (SNI 3141.1 Syarat Mutu Susu Segar, 2011).

2. Kandungan Gizi Susu Sapi Perah

Susu merupakan komponen pangan yang sangat penting bagi manusia karena mengandung zat-zat yang diperlukan tubuh seperti protein, karbohidrat, lemak, vitamin, dan mineral. Susu sangat mudah rusak karena pengaruh lingkungan, sehingga diperlukan penanganan khusus pada saat dan setelah pemerahan untuk memenuhi standar susu yang telah ditetapkan dan memperoleh susu berkualitas tinggi yang layak dikonsumsi (Kumala, 2018).

Penelitian dan studi modern menegaskan bahwa susu merupakan jenis makanan terbaik karena mengandung nutrisi penting untuk pertumbuhan, umur panjang dan pencegahan penyakit. Disebutkan bahwa

anak-anak yang mendapat cukup susu dan semua makanan yang diproduksi dari susu mengalami usia hidup yang lebih lama dan proporsi penyakit fatal (seperti stroke) yang sangat rendah. Ini menunjukkan bahwa susu yang dihasilkan ternak perah memiliki nilai gizi yang tinggi dengan kandungan zat gizi yang lengkap dan seimbang. Komposisi gizi susu sapi per 100 g diantaranya yaitu:

Tabel 2.1
Komposisi Gizi Susu Sapi

Nutrisi	Satuan	Jumlah
Air	g	87,8
Energi	Kkal	66,0
Protrin	g	3,2
Lemak	g	3,9
Karbohidrat	g	4,8

Sumber: Mc. Cance dan Widdowson's (1993)

Dalam setiap 100 gram susu sapi cair mengandung berbagai nutrisi didalamnya, diantaranya ada kandungan air dengan proporsi terbanyak yaitu 87,8%, energi sebanyak 66 kkal, protein 3,2 gram, lemak 3,9 gram dan karbohidrat 4,8 gram.

Tabel 2.2
Komposisi Mineral Susu Sapi

Nutrisi	Satuan	Jumlah
Natrium (Na)	mg	55,00
Kalsium (Ca)	mg	115,00
Kalium (K)	mg	140,00
Magnesium (Mg)	mg	11,00
Fosfor (P)	mg	92,00
Zat besi (Fe)	mg	0,06
Seng (Zn)	mg	0,40

Sumber: Mc. Cance dan Widdowson's (1993)

Dalam setiap 100 gram susu sapi cair mengandung berbagai nutrisi didalamnya, diantaranya ada natrium 55 mg, kalsium 115 mg, kalium 140 mg, magnesium 11 mg, fosfor 92 mg, zat besi 0,06 mg dan seng 0,40 mg.

Tabel 2.3
Komposisi Vitamin Susu Sapi

Nutrisi	Satuan	Jumlah
Retinol	μg	52,00
Karoten	μg	21,00
Vitamin D	μg	0,03
Vitamin E	mg	0,09
Thiamin	mg	0,04
Vitamin C	mg	1,00
Vitamin B6	mg	0,06
Vitamin B12	μg	0,40

Sumber: Mc. Cance dan Widdowson's (1993)

Dalam setiap 100 gram susu sapi cair mengandung berbagai jenis vitamin didalamnya, diantaranya yaitu retinol atau turunan vitamin A sebanyak 52 μg, karoten 21 μg, vitamin D 0,03 μg, vitamin E 0,09 mg, thiamin 0,04 mg, vitamin C 1 mg, vitamin B6 0,06 mg dan vitamin B12 μg.

3. Kebersihan Susu Sapi

Kebersihan susu dapat dilihat secara langsung oleh indera tubuh kita, mikroskop atau pun kaca pembesar. Pengamatan dengan mata untuk mengetahui adanya kotoran atau benda asing terutama benda mengambang seperti insekta, rumput, dan lain- lain. Kotoran yang sering terdapat pada susu berupa kotoran kandang, bulu, pasir dan lain- lain. Susu yang baik harus tidak mengandung benda-benda asing, baik yang mengambang, melayang maupun mengendap (Kumala, 2018).

4. Sifat-Sifat Susu Sapi

Susu merupakan media yang sangat baik untuk pertumbuhan bakteri baik patogen maupun non patogen, karena susu mengandung air, lemak, protein, karbohidrat, enzim dan vitamin sehingga kuman dan bakteri cocok hidup pada media susu karena nutrisinya terpenuhi. Oleh sebab itu, susu sapi tidak dapat bertahan lama, cepat menjadi asam dan akhirnya akan menjadi busuk (Kumala, 2018). Sifat-sifat susu sapi dapat dibedakan menjadi 2 yaitu:

- a. Sifat fisik yang terdiri dari warna, bau, rasa, berat jenis (BJ), kekentalan, titik beku, titik didih, dan daya cerna susu.
- b. Sifat kimia diantaranya dilihat dari derajat keasaman (pH) dan sifat amfotir yang artinya dapat menjadi asam maupun basa. Hal ini dapat disebabkan protein susu memiliki gugus amino ($-NH_3$) yang bersifat basa dan gugus karboksil ($-COOH$) yang bersifat asam.

5. Standar Susu Sapi

Susu murni harus memenuhi syarat mutu susu segar berdasarkan SNI 3141.1:2011 diantaranya yaitu:

Tabel 2.4
Syarat Mutu Susu Segar

No.	Karakteristik	Satuan	Persyaratan
1.	Berat jenis (pada suhu 27°C) minimum	g/ml	1,0270
2.	Kadar lemak minimum	%	3,0
3.	Kadar bahan kering tanpa lemak minimum	%	7,8
4.	Kadar protein minimum	%	2,8
5.	Warna, bau, rasa, kekentalan	-	Tidak ada perubahan

No.	Karakteristik	Satuan	Persyaratan
6.	Derajat asam	°SH	6,0-7,5
7.	pH	-	6,3-6,8
8.	Uji alkohol (70%) v/v	-	Negatif
9.	1. <i>Total Plate Count</i>	CFU/ml	1×10^6
	2. <i>Staphylococcus aureus</i>	CFU/ml	1×10^2
	3. <i>Enterobacteriaceae</i>	CFU/ml	1×10^3
10.	Jumlah sel somatis maksimum	Sel/ml	4×10^5
11.	Residu antibiotika (golongan penisilin, tetrasiklin, aminoglikosida, makrolida)	-	Negatif
12.	Uji pemalsuan	-	Negatif
13.	Titik beku	°C	-0,520 s.d. - 0,560
14.	Uji peroxidase	-	Positif
15.	Cemaran logam berat maksimum:		
	1. Timbal (Pb)	µg/ml	0,02
	2. Merkuri (Hg)	µg/ml	0,03
	3. Arsen (As)	µg/ml	0,1

Sumber: SNI 3141.1;2011

Susu murni yang baik tentu harus memenuhi standar yang telah ditetapkan oleh Standar Nasional Indonesia (SNI) dengan batasan persyaratan tidak memenuhi batas maksimum dan atau tidak kurang atau lebih dari rentang angka yang telah ditentukan. Dalam penelitian ini, aspek yang dinilai yaitu kualitas susu dari segi mikrobiologis dengan parameter bakteri *Coliform* yang termasuk kedalam *Enterobacteriaceae* dengan maksimum kandungan 1×10^3 CFU/ml.

Tabel 2.5
Syarat Mutu Susu Sapi Pasteurisasi

No.	Karakteristik	Satuan	Persyaratan
1.	Cemaran mikroba maksimum		
	1. <i>Total Plate Count</i>	CFU/ml	3×10^4
	2. <i>Coliform</i>	/ml	10

Dalam Standar Nasional Indonesia 01 3951;1995 untuk susu yang di pasteurisasi memiliki beberapa persyaratan, khususnya terkait kualitas secara mikrobiologi dengan parameter bakteri *Coliform* yaitu 10 CFU/ml.

Tabel 2.6
Syarat Mutu Pangan

No.	Kategori Pangan	Jenis Cemarannya Mikroba	Batas Maksimum
1.	Susu segar (susu yang tidak dipasteurisasi untuk diproses lebih lanjut (susu sapi, kuda, kambing dan ternak lain)	ALT (30°C, 72 jam)	1×10^6 koloni/ml
		Koliform	2×10^1 koloni/ml
		APM	< 3/ml
		<i>Escherichia coli</i>	
		<i>Salmonella sp.</i>	Negatif /25ml
2.	Susu segar (susu yang tidak dipasteurisasi untuk konsumsi langsung (susu sapi, kuda, kambing dan kerbau)	<i>Staphylococcus aureus</i>	1×10^2 koloni/ml
		ALT (30°C, 72 jam)	5×10^4 koloni/ml
		Koliform	2×10^1 koloni/ml
		APM	< 3/ml
		<i>Escherichia coli</i>	
		<i>Salmonella sp.</i>	Negatif /25ml
		<i>Staphylococcus aureus</i>	1×10^2 koloni/ml
<i>Listeria monocytogenes</i>	Negatif /25ml		
<i>Campylobacter sp.</i>	Negatif /25ml		

Sumber: SNI 7388;2009

Pada tabel ini menjelaskan terkait batas maksimum cemaran mikroba dalam pangan yang mengacu pada Standar Nasional Indonesia 7388:2009, bahwa untuk susu segar yang tidak dipasteurisasi memerlukan kualitas mikrobiologi dengan parameter *Coliform* maksimum 2×10^1 koloni/m dan parameter *E.coli* <3/ml.

Tabel 2.7
Syarat Mutu Mikrobiologi Air Minum

No.	Jenis Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
1.	<i>Escherichia coli</i>	CFU/100ml	0
2.	<i>Total Coliform</i>	CFU/100ml	0

Sumber: Permenkes RI No. 2 Tahun 2023

Tabel 2.7 menjelaskan terkait syarat mutu mikrobiologi untuk air minum berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 2 Tahun 2023 dengan parameter *E.coli* dan *Coliform* bahwa kadar maksimumnya 0 CFU/100ml, yang mana susu segar termasuk kedalam air minum dan peraturan ini yang dijadikan acuan oleh Laboratorium Kesehatan Daerah Kota Tasikmalaya.

Tabel 2.8
Kriteria Mikrobiologis Pangan Asal Hewan

No.	Kategori Pangan	Jenis Cemarannya Mikroba	Batas Maksimum
1.	Susu mentah untuk diproses lebih lanjut (susu sapi, kuda, kambing dan ternak lainnya) atau susu yang hanya mengalami proses pendinginan	Angka Lempeng Total <i>Enterobacteriaceae</i> <i>Staphylococcus aureus</i>	5×10^5 koloni/ml 1×10^2 koloni/ml 1×10^2 koloni/ml

Sumber: SNI 9159:2023

Pada tabel 2.8 menjelaskan terkait batas cemaran mikrobiologis pada pangan asal hewan yang mengacu pada Standar Nasional Indonesia 9159:2023, bahwa untuk kategori susu sapi segar memiliki batas cemaran bakteri *coliform* yaitu 1×10^2 koloni/ml yang mana *coliform* masuk kedalam bagian dari *Enterobacteriaceae*.

6. Kontaminasi Susu Sapi

Untuk mendapatkan susu segar yang berkualitas, semua upaya harus difokuskan untuk memperkecil jumlah bakteri dalam susu dengan memperhatikan berbagai faktor yang mempengaruhi kualitas susu seperti sanitasi dan kebersihan kandang, kesehatan dan kebersihan penjamah, kesehatan dan kebersihan hewan, kebersihan peralatan pemerah dan mempertahankan kemurnian susu segar (Navyanti, F. & Adriyani, R., 2015). Kontaminasi bakteri dapat terjadi ketika sebelum, sesaat dan pasca pemerahan.

a. Mikrobiologi Susu Sapi

Kandungan nilai gizi yang tinggi menyebabkan susu segar menjadi media yang sangat disukai oleh mikroba untuk pertumbuhan dan perkembangannya, sehingga dalam waktu yang singkat susu segar dapat menjadi tidak layak dikonsumsi bila tidak ditangani dengan benar (Miskiyah, 2011). Susu yang diperah dengan sanitasi yang buruk sering terkontaminasi oleh bakteri *coliform*. Pengujian mikrobiologi terhadap susu perlu dilakukan untuk mengetahui mutu susu sebelum diolah lebih lanjut. Cara yang dapat digunakan dalam mengetahui mutu mikrobiologi susu yaitu:

- 1) Hitungan mikroskopik.
- 2) Uji reduksi menggunakan biru metilen atau resazurin.
- 3) Hitungan cawan.
- 4) MPN (*Most Probable Number*).

b. Sumber Bakteri yang Mencemari Susu Sapi

Susu segar dapat tercemar oleh berbagai hal baik dari tubuh sapi itu sendiri maupun dari faktor lingkungan sekitar. Adapun sumber kontaminasi bakteri dan kuman pada susu sapi yaitu:

- 1) Saluran ambing sapi: *Lactobacillus Sp.*, *Micrococcus Sp.*, *Streptococcus Sp.*
- 2) Saluran pencernaan sapi: *Coliform* dan *Salmonella Sp.*
- 3) Pemerah susu: *Lactobacillus Sp.*, *Clostridium Sp.*, *Coliform*, dan *Salmonella Sp.*
- 4) Tanah: bakteri berspora dan kapang berspora.
- 5) Peralatan pemerahan: *Alcaligenes Sp.*, *Cromatobacter Sp.*, *Lactobacter Sp.*, *Micrococcus*, *Pseudomonas Sp.*, *Streptococcus Lactis*, khamir atau jamur (Nurhadi, 2012).

B. Bakteri Coliform

1. Definisi

Bakteri *coliform* merupakan sekelompok bakteri yang digunakan sebagai petunjuk terhadap keberadaan pencemaran oleh kotoran dan kondisi yang tidak higienis pada air, makanan, susu, dan produk-produk susu. Kehadiran bakteri *coliform* dalam makanan atau minuman menunjukkan kemungkinan adanya mikroorganisme yang memiliki potensi untuk menyebabkan penyakit pada saluran pencernaan atau menghasilkan toksin yang berbahaya bagi kesehatan (Irianto K, 2013).

Bakteri *coliform* adalah kumpulan dari berbagai jenis spesies bakteri yang berasal dari manusia dan hewan berdarah panas. Bakteri *coliform* dibagi menjadi dua golongan yaitu bakteri *coliform fecal* dan *non-fecal*. *Coliform fecal* tinja adalah bakteri yang ditemukan secara alami di usus hewan berdarah panas, sedangkan *non-fecal* ditemukan di hewan dan tumbuhan yang telah mati (Suriawiria, 1996; Irdawati, 2012). Bakteri ini digunakan sebagai indikator kontaminasi fekal dan kualitas kebersihan dalam produksi pangan termasuk susu. Bakteri *coliform* termasuk dalam famili *Enterobacteriaceae* dan meliputi genera seperti *Escherichia*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, dan *Citrobacter*. Yang paling terkenal dalam kelompok ini adalah *Escherichia coli*. Kehadiran bakteri *coliform* dalam susu menunjukkan bahwa susu telah terkontaminasi kotoran sapi, hal ini menunjukkan praktik kebersihan yang buruk dalam proses pemerahan. Bakteri *coliform* dapat masuk ke dalam susu melalui beberapa cara yaitu kontak langsung dengan feses selama pemerahan, peralatan yang tidak steril, kebersihan kandang yang buruk, dan ambing yang terinfeksi bakteri *coliform* seperti dalam kasus mastitis.

2. Morfologi

Bakteri *coliform* memiliki daya tahan yang lebih tinggi daripada bakteri patogen lain serta lebih mudah diisolasi dan ditumbuhkan. Ciri-ciri bakteri *coliform* antara lain dapat memfermentasi laktosa untuk menghasilkan asam dan gas pada suhu 35°C-37°C. Contoh bakteri *coliform* antara lain *Escherichia coli*, *Salmonella spp.*, *Citrobacter spp.*,

Enterobacter spp., *Klebsiella spp.* Bakteri *coliform* tidak termasuk dalam taksonomi bakteri namun hanya istilah untuk menyebutkan kelompok mikroorganisme yang berada di air. Bakteri *coliform* memiliki enzim tambahan yaitu sitokrom oksidase dan beta-galaktosidase (Zhu *et al.*, 1994; Sutiknowati, 2018).

Morfologi bakteri *coliform*: berbentuk batang pendek dengan ukuran 0,5 μm x 3,0 μm negatif gram, tidak berspora, gerak positif dengan flagel (*salmonella*, *proteus*, *escherichia coli*) atau gerak negatif (*shigella*, *klebsiella*). Mempunyai kapsul atau selubung yang jelas seperti pada *klebsiella* atau hanya berupa selubung tipis pada *escherichia* atau tidak berselubung sama sekali. Sebagian besar spesies mempunyai vili atau fimbriae yang berfungsi sebagai alat perlekatan dengan bakteri lain (Taufik, 2018).

3. Patogenesis

Bakteri *coliform* adalah jenis bakteri yang biasanya hadir sebagai bagian normal dari flora usus manusia dan hewan yang umumnya tidak menyebabkan penyakit. Bahkan, mereka dapat membantu fungsi normal tubuh dan pencernaan. Namun, bakteri ini dapat menjadi patogen jika jumlahnya berlebihan di dalam usus atau jika mereka menyebar ke jaringan di luar saluran pencernaan. Menurut Oliver, S. P., *et al.* (2005) bahwa patogenesis bakteri *coliform* dalam susu sapi perah berhubungan dengan bagaimana bakteri ini menginfeksi, berkembang dan menyebabkan

penyakit pada inang (sapi) serta mengontaminasi susu. Berikut beberapa aspek dari patogenesis bakteri *coliform* dalam susu sapi yaitu:

a. Masuk dan kolonisasi

Bakteri *coliform* dapat masuk kedalam sistem susu sapi melalui berbagai cara termasuk kontaminasi lingkungan/kandang, alat pemerah susu yang tidak higienis, dan kebersihan tangan pemerah yang buruk. Bakteri ini kemudian mampu menempel pada sel epitel di ambing sapi.

b. Adhesi dan invasi

Bakteri *coliform* memiliki pili dan adhesin yang memungkinkan mereka untuk menempel pada sel epitel ambing. Setelah menempel, bakteri dapat menghasilkan enzim yang merusak membran sel dan jaringan, memungkinkan invasi lebih dalam kedalam jaringan ambing.

c. Produksi toksin

Beberapa strain bakteri *coliform* dapat menghasilkan toksin yang merusak jaringan dan menyebabkan peradangan. Contohnya *E.coli* salah satu bakteri *coliform* yang umum, dapat menghasilkan toksin seperti hemolysin yang menghancurkan sel darah merah dan menyebabkan peradangan yang parah.

d. Respon imun inang

Respon imun sapi terhadap infeksi *coliform* termasuk pelepasan sitokin pro-inflamasi yang menyebabkan demam, peningkatan

permeabilitas pembuluh darah, dan infiltrasi sel-sel imun ke lokasi infeksi. Hal ini dapat menyebabkan mastitis klinis, yang ditandai dengan pembengkakan, kemerahan, panas, dan rasa sakit pada ambing serta penurunan produksi susu.

e. Kontaminasi susu

Bakteri *coliform* dan toksin yang dihasilkan dapat langsung mencemari susu yang dihasilkan oleh sapi yang terinfeksi. Hal ini dapat menyebabkan susu menjadi tidak layak konsumsi, serta menimbulkan risiko kesehatan bagi manusia yang mengonsumsinya.

Beberapa alasan bakteri *coliform* digunakan sebagai indikator dari terjadinya kontaminasi tinja dibandingkan kuman atau bakteri lainnya yang terdapat dalam saluran pencernaan manusia, yaitu diantaranya:

- a. Jumlah dari bakteri *coliform* sangat banyak dalam usus manusia. Bakteri ini jarang ditemukan langsung di lingkungan, maka adanya bakteri ini dalam makanan atau minuman maka dapat dikatakan telah terjadi kontaminasi dengan kotoran manusia.
- b. Bakteri *coliform* dapat dengan mudah ditemukan dengan metode kultur (walau jumlahnya hanya satu kuman dalam 100cc air) dibandingkan dengan jenis patogen lainnya.
- c. Bakteri *coliform* lebih kuat bertahan hidup dibandingkan dengan bakteri usus patogen lainnya.
- d. Bakteri *coliform* lebih resisten terhadap proses purifikasi air secara ilmiah. Apabila bakteri *coliform* ditemukan dalam air atau makanan

maka dapat disimpulkan bahwa kuman usus patogen yang lainnya juga dapat ditemukan dalam sampel tersebut walaupun dalam jumlah yang sedikit (Chandra, 2006).

C. Pengukuran Bakteri *Coliform*

1. MPN

MPN (*Most Probable Number*) adalah metode enumerasi mikroorganisme yang menggunakan data dari hasil pertumbuhan mikroorganisme pada medium cair spesifik dalam seri tabung yang ditanam dari sampel padat atau cair sehingga dihasilkan kisaran jumlah mikroorganisme dalam jumlah perkiraan terdekat (Sri Harti, 2015). Bakteri *coliform* dalam air merupakan indikasi pencemaran air. Dalam penentuan kualitas air secara mikrobiologi kehadiran bakteri tersebut ditentukan berdasarkan tes tertentu yang umumnya menggunakan tabel atau yang lebih dikenal dengan nama MPN (*Most Propable Number*). Dasar estimasi ini adalah estimasi jumlah paling memungkinkan organisme coliform dalam 100cc air (Suriawiria, 2008). Ada 3 macam ragam yang digunakan dalam metode MPN yaitu:

- 1) Ragam I : 5 x 10 ml, 1 x 1 ml, 1 x 0,1 ml

Cara ini digunakan bagi spesimen yang sudah diolah atau perkiraan angka kumannya rendah.

2) Ragam II : 5 x 10 ml, 5 x 1 ml, 5 x 0,1 ml

Cara ini digunakan bagi spesimen yang belum diolah atau perkiraan angka kumannya tinggi. Jika perlu penanaman dapat dilanjutkan dengan 5 x 0,01 ml dan seterusnya.

3) Ragam III : 3 x 10 ml, 3 x 1 ml, 3 x 0,1 ml

Merupakan ragam alternatif bagi ragam II, apabila jumlah tabung terbatas makapersediaan media juga terbatas, cara pelaksanaannya seperti ragam II (Soemarno, 2002).

2. Pengukuran Bakteri *Coliform*

1) Sasaran mutu

Sebagai panduan dalam melakukan analisis bakteri *coliform* dengan metode MPN, agar dapat dipastikan analisa sesuai dengan metode standar dan hasil analisa dapat memberkan informasi jumlah bakteri *coliform* yang sesuai dengan bahan yang sebenarnya.

2) Alat dan bahan

a) Alat

- (1) *Autoclave*.
- (2) Inkubator temperatur $35 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$.
- (3) Inkubator/water bath temperatur $44 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$.
- (4) Pipet ukur 10 ml dan 1 ml.
- (5) Tabung reaksi.
- (6) Tabung durham.
- (7) Gelas piala.

- (8) Jarum ose.
- (9) Lampu spiritus.
- (10) Gelas ukur.
- (11) Batang pengaduk.
- (12) Timbangan.
- (13) pH meter.

b) Bahan

- (1) *Lauryl Tryptose Broth* (LTB).
- (2) *Brilliant Green Lactose Bile Broth* (BGLB).
- (3) *EC Broth*.
- (4) *Buffer Phosfat*.
- (5) Aquadest.

3) Prosedur

- a) Gunakan APD yang sesuai dengan kebutuhan.
- b) Tahap pendugaan.

Tahap pendugaan ini menggunakan *Lauryl Tryptose Broth* (LTB).

- (1) Letakkan tabung fermentasi pada rak tabung, susun 3 baris dan 5 berbanjar, masukkan kedalam lima tabung untuk satu pengenceran, dan berurutan untuk tiga pengenceran selanjutnya. Jika dibutuhkan pengenceran yang lebih pada tabel MPN, lakukan hal yang sama.
- (2) Inkubasi tabung sampel pada suhu $37 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$. Setelah 24 jam ± 2 jam, amati tabung apakah ada perunahan positif pada

tabung fermentasi yaitu dengan adanya pertumbuhan bakteri dan atau berbentuk gas dan atau adanya reaksi asam basa pada bahagian tabung (bayangan warna kuning), jika tidak ada perubahan inkubasi ulang 48 ± 3 jam.

(3) Pengamatan berakhir setelah 48 ± 3 jam, jika masih tidak ada pertumbuhan tahap pendugaan ini dinyatakan negatif.

c) Tahap penegasan

Tahap penegasan ini menggunakan media kultur *Brilliant Green Lactose Bile Broth* untuk total *coliform* dan *EC Broth* untuk thermo tolerant (*fecal coliform/coli tinja*).

(1) Total *coliform*

(a) Inkubasi semua tabung positif pada tahap pendugaan setelah 24 ± 2 jam atau 48 ± 3 jam, kemudian tabung yang berisi media *Brilliant Green Lactose Bile Broth* dengan menggunakan ose yang berdiameter 3 atau 3,5 mm.

(b) Masukkan pada inkubator suhu $35 \pm 0,5$ °C.

(c) Amati tabung positif setelah 24 ± 2 jam, pada setiap pengenceran.

(d) Perkiraan nilai total coliform dihitung dengan menggunakan nilai tabel MPN dari tabung positif.

(2) *Fecal coliform/coli tinja*

(a) Inkubasi semua tabung positif pada tahap pendugaan setelah 24 ± 2 jam atau 48 ± 3 jam, kemudian tabung yang

berisi media EC Broth dengan menggunakan ose yang berdiameter 3 atau 3,5 mm. Jangan menggunakan EC broth untuk sampel yang langsung atau tidak melalui tahap pendugaan.

- (b) Letakkan semua tabung media *EC Broth* pada inkubator/*water bath* $44,5 \pm 0,2$ °C selama 24 ± 2 jam, perhatikan kedalaman air menutupi media.
- (c) Amati tabung positif setelah 24 ± 2 jam, pada setiap pengenceran.
- (d) Perkiraan nilai fecal *coliform* dihitung dengan menggunakan nilai tabel MPN, dari tabung positif.

D. Proses Pemerahan

1. Sebelum Pemerahan

a. Persiapan Pekerja

Menurut Usmiati dan Abubakar (2009), pekerja yang melakukan pemerahan susu disarankan untuk mengenakan pakaian yang bersih, dan jika memungkinkan, menggunakan pakaian berwarna putih. Sebelum memulai proses pemerahan, mereka juga harus mencuci tangan dengan bersih menggunakan sabun dan air mengalir. Murti *et al.* (2009) menyarankan bahwa jika kuku pekerja panjang, sebaiknya dipotong dan dihaluskan, karena kuku merupakan salah satu tempat yang banyak mengandung bakteri yang dapat mengontaminasi susu. Sumber kontaminasi *coliform* dapat berasal

dari kotoran sapi yang dibersihkan oleh pemerah saat proses pembersihan kandang dan memandikan sapi secara langsung menggunakan tangan, dan perilaku kebersihan tangan pemerah yang buruk yakni tidak mencuci tangan dengan sabun setelah buang air besar yang mana kotoran dari manusia juga mengandung *coliform* dan bisa menjadi sumber kontaminasi. Ketika tangan telah terkontaminasi oleh *coliform* maka akan terjadi kontak langsung dengan peralatan yang digunakan dan saat proses pemerahan manual, sehingga *coliform* dapat berpindah ke alat dan susu yang diperah akan terkontaminasi baik secara langsung saat proses pemerahan ambing dan puting susu maupun secara tidak langsung melalui peralatan yang terkontaminasi. Selain itu, menurut Kepmentan (2001) bahwa pekerja yang melakukan pemerahan susu harus bebas dari penyakit menular seperti tuberkulosis dan bisa mempertahankan kebersihan. Oleh karena itu, disarankan bagi pekerja untuk melakukan pemeriksaan kesehatan setiap enam bulan atau setahun sekali. Saat melakukan pemerahan, posisi pekerja sebaiknya berada di sisi kanan sapi, sehingga tangan kiri dapat berfungsi sebagai penahan jika sapi menendang, sementara tangan kanan digunakan untuk menangani ember susu (Suheri, 2013).

b. Membersihkan Kandang

Sebelum memulai proses pemerahan sapi, penting untuk memperhatikan kebersihan kandang, termasuk membersihkan kotoran sapi, air kencing, dan sisa-sisa makanan yang ada di dalam dan sekitar

kandang, karena dalam kotoran sapi maupun sisa makanan mengandung bakteri *coliform* yang dapat mengontaminasi susu saat proses pemerahan. Kotoran yang ada di lantai harus dibersihkan dengan menyemprotkan air untuk membersihkan permukaan lantai kandang sapi (Suheri, 2013). Selain itu, menurut Kepmentan (2001) diperlukan juga penyemprotan desinfektan pada saat pembersihan kandang, yang gunanya untuk mematikan bakteri khususnya *coliform* yang berasal dari feses sapi yang ada di sekitar kandang. Karena *coliform* dapat mengontaminasi susu dengan cara kontaminasi silang yakni dari kandang yang kotor oleh feses sapi akan dibersihkan secara menyeluruh menggunakan tangan pemerah, lalu pemerah dapat mengontaminasi melalui kontak langsung dengan peralatan maupun dengan susu saat pemerahan. Menurut Budi (2006), susu mudah menyerap bau-bauan, yang dapat mempengaruhi kualitas air susu. Oleh karena itu, baik dalam proses pemerahan sapi perah secara modern maupun konvensional, tahapan ini harus diperhatikan dengan seksama.

c. Memandikan dan Persiapan Sapi Perah

Menurut Budi (2006) sebelum proses pemerahan susu, bagian lipatan paha dan paha pada sapi yang akan diperah harus dibersihkan atau dicuci dengan sikat untuk mencegah agar tidak ada kotoran yang mengandung *coliform* yang menempel pada bagian-bagian tersebut dan jatuh ke dalam wadah susu sehingga akan

mengontaminasi susu. Menurut Usmiati dan Abubakar (2009) bila perlu ekor sapi diikat dan rambut daerah lipatan paha sapi perah digunting untuk menghindari jatuhnya rambut ke dalam susu. Karena ekor sapi seringkali digerak-gerakan dan rambut area paha belakang berdekatan dengan dubur sapi, sehingga kemungkinan mengandung *coliform* dari kotoran sapi lebih besar. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Jamilah *et al.* (2016) mengenai evaluasi kondisi perkandangan dan proses pemerahan sapi perah di peternakan sapi perah rakyat di KPSBU Lembang, disarankan untuk mengikat kedua kaki belakang sapi guna mencegah ember pemerahan terjatuh akibat tendangan sapi.

Selanjutnya, ambing diseka dengan air hangat (suhu 37°C) untuk mencegah kontaminasi bakteri dan merangsang keluarnya susu dari kelenjar susu, seperti yang dijelaskan oleh Suheri (2013). Budi (2006) menegaskan bahwa sebelum pemerahan ambing, langkah pertama adalah mencuci ambing dengan air hangat untuk mengurangi risiko kontaminasi bakteri pada susu dan merangsang keluarnya susu selama proses pemerahan. Setelah mencuci ambing dengan air hangat, langkah selanjutnya adalah melakukan pencucian menggunakan campuran air dan desinfektan, lalu mengelap ambing dengan campuran tersebut. Proporsi campuran yang disarankan adalah 1 ml desinfektan per 10 liter air bersih. Kemudian, ambing dikeringkan dengan kain yang bersih dan kering (Syarif dan

Hariato, 2011). Mekanisme kontaminasi *coliform* dari tubuh sapi yaitu secara langsung dari tubuh sapi yang kotor sebab tidak dibersihkan dengan benar saat dimandikan akan menempel kotoran-kotoran sapi dan memungkinkan terjatuh kedalam ember yang digunakan untuk menampung susu saat proses pemerahan. Menurut Suheri (2013), tujuan dari membersihkan lantai dan mandi sapi adalah untuk mencegah terjadinya pencemaran pada susu, serta untuk memastikan kualitas dan kebersihan susu yang dihasilkan. Saat pemerahan secara konvensional dengan menggunakan tangan, dianjurkan untuk mengolesi puting susu dengan vaseline agar terhindar dari luka atau lecet.

d. Menyiapkan Sarana Pemerahan

Menurut panduan teknis dari Direktorat Pengolahan Hasil Pertanian, Direktorat Jenderal Pengolahan, dan Pemasaran Hasil Pertanian (2008), semua peralatan yang digunakan dalam pengolahan susu harus terbuat dari bahan yang kokoh, tahan karat, mudah dirakit dan dibongkar agar mudah dibersihkan. Permukaan peralatan yang bersentuhan langsung dengan susu harus halus, bebas dari retakan, tidak mengelupas, dan tidak menyerap air. Kebersihan permukaan yang bersentuhan langsung dengan produk harus dipelihara secara teratur sebelum penggunaan atau sesuai kebutuhan dengan menggunakan metode pembersihan yang sesuai untuk jenis peralatan

yang digunakan, agar meminimalisir terjadinya kontaminasi silang *coliform* pada peralatan kotor terhadap susu.

Menurut Sudono *et al.* (2005), ketika melakukan pemerahan dengan menggunakan mesin pemerah, penting untuk membersihkan karet penyedot dengan menggunakan air panas. Usmiati dan Abubakar (2009) menyarankan bahwa alat-alat yang digunakan untuk pemerahan susu harus dicuci dengan air bersih, dan jika perlu, dapat menggunakan deterjen, kemudian dibilas dengan air hangat (60°C-70°C) untuk membunuh mikroba dan melarutkan lemak susu yang menempel pada alat-alat tersebut, dan terakhir dikeringkan. Kotoran pada peralatan dapat menyebabkan susu terkontaminasi oleh mikroba yang berlebihan salah satunya *coliform* yang bisa terdapat dari kotoran sapi melalui kontaminasi silang dari pemerah.

e. Pemeriksaan Mastitis Pada Sapi

Mastitis pada sapi perah adalah peradangan kelenjar susu yang sering disebabkan oleh infeksi bakteri. Salah satu bakteri yang sering terlibat dalam kasus mastitis adalah bakteri *coliform*, termasuk *Escherichia coli*. Mekanismenya melibatkan interaksi antara bakteri dengan sistem imun sapi. Pertama, bakteri *coliform* yang berasal dari feses sapi atau lingkungan yang kotor masuk kedalam ambing melalui puting susu yang terbuka atau terluka. Setelah itu, *coliform* mulai berkolonisasi dan berkembangbiak di saluran susu dan alveoli, bakteri ini memiliki kemampuan untuk menempel pada epitel kelenjar susu,

yang membantu *coliform* untuk bertahan hidup dan berkembangbiak. Lalu, *coliform* menghasilkan endotoksin (lipopolisakarida) yang merupakan komponen utama dinding sel bakteri gram-negatif. Endotoksin ini dapat memicu respon inflamasi yang kuat dalam jaringan kelenjar susu. Endotoksin yang dilepaskan oleh *coliform* mengaktifkan sistem kekebalan sapi, termasuk makrofag dan neutrofil. Sel-sel imun ini akan bermigrasi ke tempat infeksi dan mencoba menghilangkan bakteri. Namun, respon imun yang berlebihan dapat menyebabkan kerusakan jaringan dan meningkatkan permeabilitas pembuluh darah, yang berkontribusi pada gejala mastitis yaitu pembengkakan, nyeri dan penurunan produksi susu. Hal ini dapat menyebabkan kerusakan jaringan dan penurunan kuantitas dan kualitas susu yang dihasilkan mengandung bakteri *coliform* (Falcon, R.G., 2016).

Untuk mencegah kemungkinan sapi terkena mastitis, penting untuk melakukan pengujian saat pemerahan. Oleh karena itu, disiapkan wadah atau cangkir (*strip cup*) yang dilapisi kain hitam. Saat melakukan pemerahan pertama dan kedua, air susu dikumpulkan dalam cangkir tersebut dan diamati apakah terdapat tanda-tanda campuran darah atau nanah di dalam susu. Jika terjadi hal itu, maka sapi tersebut dipastikan terkena mastitis dan proses pemerahan harus dihentikan. Namun, jika tidak ada tanda-tanda mastitis, pemerahan dapat dilanjutkan (Suheri, 2013). Menurut Balai Besar Pelatihan

Peternakan Batu (2013), gejala mastitis klinis yang dapat terlihat melalui perubahan pada susu antara lain: 1) Susu tidak mengalir secara normal, bening atau cair, 2) Susu tidak memiliki kekentalan normal, bisa menggumpal atau berbentuk seperti mie, 3) Warna susu berubah menjadi kuning, coklat, hijau, merah, atau terdapat bercak-bercak darah. Sapi yang diduga terjangkit mastitis harus segera dipisahkan dari sapi lainnya untuk pengobatan lanjutan (Suheri, 2013). Murti *et al.* (2009) menyarankan bahwa untuk mencegah mastitis, pengobatan sebaiknya dilakukan saat sapi perah sedang dalam masa kering.

2. Saat Pemerahan

a. Pemerahan Konvensional

Pemerahan secara konvensional (manual) adalah proses dimana susu dikeluarkan dari ambing sapi perah menggunakan tangan. Selama proses pemerahan manual, penting bahwa tangan pekerja tetap bersih. Menurut Syarif dan Sumoprastowo (dalam Putra, 2009), pemerahan dimulai pada kedua puting bagian depan secara bersamaan hingga habis, kemudian dilanjutkan ke kedua puting bagian belakang. Selain membersihkan ambing, tangan pekerja juga sebaiknya dicuci dengan menggunakan desinfektan sebelum melakukan pemerahan, sesuai dengan saran dari Syarif dan Harianto (2011). Penting juga untuk menghindari kontaminasi dari lingkungan sekitar selama proses pemerahan, seperti bau yang mengganggu, polusi udara, dan tanah atau debu, seperti yang disebutkan oleh

Leondro (2015). Leondro juga menambahkan bahwa metode pemerahan dengan menggunakan seluruh tangan (*whole hand*) dianggap sebagai yang terbaik karena dapat mencegah puting susu menjadi panjang.

b. Pemerahan Modern

Pemerahan modern adalah proses pengambilan susu dari ambing sapi perah menggunakan mesin yang beroperasi secara otomatis. Susu yang dihasilkan cenderung steril karena langsung dikumpulkan di wadah penampung tanpa terkena udara luar, sehingga mikroba yang terdapat dalam susu umumnya adalah mikroba alami dari sapi itu sendiri. Menurut panduan teknis dari Direktorat Pengolahan Hasil Pertanian, Direktorat Jenderal Pengolahan dan Pemasaran Hasil Pertanian (2008), terdapat tiga model mesin pemerahan susu: *portable milking machine*, *bucket milking machine*, dan *flat barn and herringbone milking machine*.

Menurut Budi (2006), disarankan untuk memberikan pakan konsentrat kepada sapi sebelum proses pemerahan agar sapi tetap tenang dan untuk memastikan bahwa air susu yang dihasilkan tetap bersih dan memiliki kualitas yang baik. Selain itu, disarankan agar interval waktu pemerahan diatur dengan seragam, misalnya setiap 12 atau 14 jam, atau 10 jam. Penundaan waktu pemerahan dapat mengakibatkan penurunan produksi susu. Waktu yang disarankan untuk pemerahan adalah pagi sekitar pukul 05.00-06.00 dan sore

sekitar pukul 15.00-16.00. Jika produksi susu tinggi, pemerahan dapat dilakukan tiga kali sehari, termasuk pada siang hari (Suheri, 2013). Namun, bagi sebagian besar peternak kecil, pemerahan dua kali sehari sudah cukup. Durasi pemerahan sebaiknya dilakukan selama 4-5 menit, karena setelah 5 menit, efek stimulasi dari pelepasan oksitosin akan menurun. Saat proses pemerahan rentan mengalami kontaminasi secara langsung baik dari pemerah maupun dari peralatan yang tidak bersih dan tercemar bakteri.

3. Pasca Pemerahan

a. Pembersihan Ambing dan Puting

Menurut Syarif dan Harianto (2011), setelah proses pemerahan selesai, ambing dibersihkan dengan cermat dan dilap menggunakan kain yang telah dibasahi dengan desinfektan. Kemudian, ambing dikeringkan dengan lap hingga benar-benar kering. Selanjutnya, puting susu juga harus dibersihkan dengan air bersih dan dicelupkan dalam desinfektan selama sekitar 4 detik untuk masing-masing puting. Lalu, lap yang digunakan untuk membersihkan ambing harus segera dicuci dengan bersih. Tambahan dari Kurwijila (2006) dan Sudono (dalam Nugraha, 2006) menyatakan bahwa untuk mencegah infeksi pada ambing sapi seperti mastitis, disarankan untuk melakukan *teat dipping* menggunakan desinfektan iodofor atau hipoklorit dengan konsentrasi 0,01% atau dengan ukuran 80–150 ppm setelah pemerahan. Hal ini bertujuan untuk

menghilangkan sisa-sisa susu dari ujung puting dan mencegah masuknya bakteri ke dalam ambing, serta untuk melindungi puting dari serangan lalat.

b. Membungkus Susu

Susu yang dihasilkan dari proses pemerahan baik yang dilakukan secara konvensional maupun modern akan disatukan kedalam satu wadah dengan cara penyaringan menggunakan kain bersih untuk memfilter dari benda-benda asing yang kemungkinan terjatuh kedalam wadah sebelumnya yang digunakan saat pemerahan. Setelah itu, susu langsung dimasukkan ke dalam plastik bersih menggunakan corong dengan takaran 1 liter lalu diikat kencang sehingga tidak ada ruang udara didalamnya dan hal ini dilakukan guna menjaga kualitas susu yang rentan terkontaminasi terlagi jika dibiarkan di ruangan terbuka. Apabila ada pemesanan secara banyak, maka wadah yang digunakan untuk membawa susu ke konsumen yaitu menggunakan *milkcan* yang berkapasitas 15-30 liter. Setelah semua susu sudah dibungkus, maka akan segera diambil oleh konsumen, namun apabila belum ada yang ambil maka susu harus disimpan didalam kulkas dan batas aman disimpan dalam suhu ruang yaitu maksimal 3 jam. Mekanisme kontaminasi saat proses ini memungkinkan terjadi saat penyaringan dan pemindahan susu ke peralatan yang tidak higienis dan tangan pemerah yang mengandung *coliform*.

c. Pembersihan Peralatan

Peralatan yang telah digunakan juga harus dicuci menggunakan deterjen atau tipol (sabun pelarut lemak), kemudian dibilas hingga bersih dan dikeringkan, sesuai dengan saran dari Syarif dan Harianto (2011). Murti *et al.* (2009) menjelaskan bahwa sanitasi bak penampung sementara (*dump tank*) dimulai dengan membersihkan susu yang melekat di dinding dengan menggunakan air bersih, kemudian disikat dengan tipol, dan terakhir dibilas dengan air sampai bersih. Lalu setelah itu didiamkan dengan diangin-anginkan hingga kering. Pembersihan menggunakan desinfektan berguna untuk membunuh bakteri pada peralatan pemerahan agar penggunaan selanjutnya lebih higienis dan terjaga kualitas susunya.

4. Susu Siap Jual

Setelah dilakukan pembungkusan menggunakan plastik dengan kapasitas 1 liter, susu akan diambil oleh konsumen yang sebelumnya telah memesan untuk diolah kembali dan dijual bebas atau untuk konsumsi pribadi. Pembeliannya biasanya dalam jumlah eceran untuk konsumen yang akan mengonsumsi pribadi dan dalam jumlah banyak apabila untuk diolah lebih lanjut. Untuk pembelian dalam jumlah yang banyak biasanya media yang digunakan berupa *milkan* atau wadah sendiri yang dibawa oleh konsumen dan bukan menggunakan plastik. Titik kritisnya yaitu ketika susu telah diwadahi dan menunggu konsumen mengambil ke

peternakan, susu disimpan ditempat yang sama dengan proses sanitasi sapi dan proses pemerahan yakni didalam lingkungan kandang, sedangkan menurut Kepmentan (2001) kamar susu sebaiknya terpisah dari kandang atau gudang pakan. dan hal ini dapat meningkatkan kemungkinan kontaminasi dan bau pada susu apabila susu tidak ditutup dan segera diambil. Selain itu, penyimpanan dalam suhu ruang yang lama dapat menurunkan kualitas susu dan membuat susu menjadi basi dan berbusa yang berarti telah terkontaminasi oleh bakteri.

E. Faktor yang Mempengaruhi Keberadaan *Coliform*

1. Higiene Pemerah

Higiene perorangan berasal dari bahasa Yunani yakni higiene yang berarti sehat dan personal yang berarti perorangan. Jadi, higiene personal merupakan cara perawatan diri perorangan demi memelihara kesehatan. Pemeliharaan higiene personal ini perlu dilakukan demi menjaga kenyamanan individu, keamanan dan kesehatan. Higiene personal merupakan suatu usaha dari individu atau kelompok dalam menjaga kesehatan melalui kebersihan individu dengan cara mengendalikan kondisi lingkungan (Depkes, 2006).

Peternak merupakan orang yang secara langsung berhubungan dengan sapi saat dilakukannya pemerahan. Pemerah dapat menyebabkan kontaminasi mikrobiologis pada susu baik secara langsung saat pemerah maupun secara tidak langsung melalui peralatan yang digunakan. Metode yang salah saat pemerahan dan higiene pemerah yang buruk dapat menjadi

penyebab timbulnya mastitis sehingga akan mempengaruhi produksi susu (Nurhadi, 2012).

Ketika manusia terlibat dalam proses pemerahan dan pengolahan susu, ada potensi untuk bakteri masuk ke dalam susu. Oleh karena itu, penting bahwa tangan dan bagian tubuh lainnya tetap steril saat melakukan kegiatan tersebut, seperti yang disebutkan oleh Nurdin (2016). Jumlah bakteri dalam susu segar bisa rendah karena para pemerah telah menjaga kebersihan diri dengan mencuci tangan secara menyeluruh menggunakan sabun dan air mengalir sebelum melakukan pemerahan, menggunakan peralatan yang telah disterilkan, dan membersihkan puting susu sapi dengan air hangat sebelum melakukan pemerahan. Ini akan menghasilkan susu yang lebih baik secara kualitas (Cahyono, 2013).

Kebersihan pemerah merupakan faktor kunci yang memengaruhi kualitas susu sapi, dimana hal ini bertujuan untuk menghindari dan mengurangi kontaminasi bakteri yang mungkin berasal dari pekerja yang sakit atau tidak menjaga kebersihan. Kebersihan telapak tangan sangat berperan dalam menjaga kesehatan dan mutu susu, karena telapak tangan yang kotor atau tidak bersih memiliki potensi mengandung banyak mikroorganisme yang dapat mencemari susu yang sedang diperah (Wijiastutik, 2012). Kesehatan dan kebersihan sapi perah serta peternak di peternakan juga sangat penting untuk mencegah pencemaran susu. Dalam konteks ini, peran pemerah menjadi krusial bagi peternakan dalam menjalankan usaha peternakan sapi perah. Pemerahan harus dilakukan

dengan baik dan dalam kondisi yang bersih agar hasil yang diperoleh optimal (Nurdin, 2016).

Dalam segala aspek, kebersihan tangan dan kuku merupakan hal pokok yang perlu diperhatikan dan dijaga oleh setiap pemerah. Karena jika tangan dan kuku pemerah dalam keadaan panjang dan kotor maka dapat menjadi media yang baik untuk bakteri, khususnya bakteri *coliform* yang bersumber dari kotoran sapi saat pemerah membersihkan kandang dan badan sapi sebelum dilakukannya pemerahan serta bersumber dari kotoran pemerah saat setelah buang air besar tidak mencuci tangan menggunakan sabun, sehingga ketika melakukan pemerahan secara manual menggunakan tangan maka bakteri yang ada di tangan dan kuku pemerah dapat dengan mudahnya berpindah dan mencemari susu hasil pemerahan. Selanjutnya, tangan yang kotor juga dapat mencemari peralatan-peralatan yang digunakan saat pemerahan dari sentuhan secara langsung yang dilakukan oleh pemerah, selain itu bakteri *coliform* mampu bertahan lebih lama dan mudah dideteksi daripada bakteri patogen jenis lainnya. Oleh sebab itu, mencuci tangan menggunakan sabun merupakan suatu hal yang efektif guna membunuh bakteri dan virus dalam upaya mencegah kontaminasi pada susu. Mencuci tangan dengan sabun sebagai pembersih dilanjut dengan pembilasan menggunakan air mengalir akan menghanyutkan partikel kotor yang banyak mengandung mikroba pada tangan (Purnawijayani, 2001). Langkah dalam mencuci tangan untuk menjamin kebersihannya yaitu sebagai berikut:

- a. Membasahi tangan dengan air mengalir menggunakan sabun.
- b. Menggosok tangan secara menyeluruh minimal 20 detik, pada bagian punggung tangan, sela-sela jari dan bagian bawah kuku.
- c. Menggunakan sikat kuku untuk sekeliling dan bawah kuku.
- d. Membilas dengan air mengalir.
- e. Menggunakan alas tissue untuk mematikan tombol atau kran air dan membuka pintu ruangan.

Menurut Purnawijayanti (2001) bahwa frekuensi mencuci tangan disesuaikan dengan kebutuhan. Pada prinsipnya mencuci tangan dilakukan setiap saat, setelah tangan menyentuh benda-benda yang dapat menjadi sumber kontaminasi atau cemaran. Pakaian yang digunakan oleh pemerah harus bersih dan harus diganti serta dicuci secara periodik untuk mengurangi risiko kontaminasi (Fathonah, 2005). Hal ini dilakukan guna mencegah terjadinya kontaminasi silang yang mana jika pakaian bersih dapat mengurangi kemungkinan transfer bakteri dari permukaan yang terkontaminasi seperti kondisi kandang yang dipenuhi kotoran yang mengandung *coliform* terhadap kulit. Selain itu, dikarenakan sifat dari susu yang mudah menyerap bebauan, jika baju yang digunakan pemerah kotor dan bau akan menurunkan kualitas dari susu itu sendiri.

Menurut Nurhadi (2016) dalam Kumala (2018) pekerja yang menangani pemerah minimal harus memiliki syarat sebagai berikut:

- a. Berbadan sehat.
- b. Diperiksa kesehatannya secara berkala (enam bulan/setahun sekali) bagi pemerah atau yang menangani susu.
- c. Berpakaian bersih, kuku harus pendek.
- d. Mencuci tangan sebelum pemerah.
- e. Tangan dalam keadaan kering dan bersih.
- f. Pemerah menggunakan sepatu *boot*, masker dan penutup rambut.
- g. Pegawai yang menderita penyakit kulit atau luka tidak boleh pemerah.

Higiene pemerah terdiri atas kebiasaan mencuci tangan sebelum dan setelah pemerahan menggunakan sabun dan air mengalir, kuku pendek dan bersih, menggunakan pakaian yang bersih, kondisi fisik saat melakukan pemerahan dalam keadaan sehat dan tidak memiliki riwayat penyakit kulit dan penyakit menular seperti TBC. Hasil penelitian (Kumala, 2018) di Desa Bedrug, Kecamatan Pulung, Kabupaten Ponorogo diketahui higiene pemerah buruk ada 18 orang dengan persentase 75% dibandingkan dengan higiene pemerah yang baik hanya terdapat 6 orang (25%). Hasil Penelitian (Yusuf, *et al.*, 2021) menunjukkan bahwa proses higiene pemerahan berpengaruh nyata terhadap jumlah mikroba dan pH.

2. Kesehatan dan Kebersihan Sapi

Kesehatan ternak merupakan salah satu faktor yang berpengaruh terhadap keberhasilan usaha sapi perah. Manajemen kesehatan ternak berhubungan erat dengan usaha pencegahan dan penanggulangan infeksi

dari agen-agen infeksi (Nuraini, *et al.*, 2020). Sapi yang sakit mengakibatkan kinerja produksi pada sapi akan menurun. Ciri sapi yang sakit yaitu tubuh lemas, nafsu makan berkurang, sapi gemetar, keluar cairan dari mata dan hidung, suara sapi abnormal, dan sapi kurus (Prasetyo, 2019).

Tindakan pencegahan penyakit ternak sebagai ciri peternakan modern dapat dilakukan dengan pencegahan terhadap penyakit baik menular maupun tidak menular melalui penerapan biosekuriti (Indika, *et al.*, 2020). Tujuan biosekuriti adalah mencegah, mengendalikan, dan mengelola resiko terhadap kehidupan dan kesehatan yang disesuaikan dengan sektor biosekuriti tertentu. Penerapan biosekuriti bidang peternakan biasanya dilakukan pencelupan cairan desinfektan sebelum pemerahan (Sudarmono, 2015).

Tindakan pencegahan yang dilakukan peternak terhadap ternak agar terhindar dari penyakit adalah dengan memberikan vitamin dan obat cacing. Pemberian vitamin dan obat cacing yang tepat akan menghasilkan produktivitas sapi perah yang lebih baik. Pemberian vitamin A, D, dan E secara injeksi dengan dosis 10 ml/ekor sapi. Pemberian obat cacing perlu dipertimbangkan diantaranya adalah jenis obat cacing yang tepat untuk cacing yang menginfeksi ternak tersebut (Agustina, *et al.*, 2020). Dalam pencegahan penyakit pada hewan sapi, maka pemberian obat cacing dilakukan setiap 3 (tiga) kali dalam setahun (Peraturan Menteri Pertanian Republik Indonesia, 2014). Selain itu, usaha budidaya sapi perah harus

melakukan vaksinasi dan pengujian/tes laboratorium terhadap penyakit tertentu yang terdapat di peternakannya, serta mencatat setiap pelaksanaan vaksinasi dan jenis vaksin yang dipakai (Kepmentan, 2001). Hal ini dilakukan guna mencegah dari hal-hal yang tidak diinginkan yang akan mengontaminasi atau mempengaruhi kualitas susu, maka kesehatan badan sapi sendiri harus terawat dengan baik.

Berdasarkan mekanisme pemerahan, jika masih terdapat kotoran yang menempel pada badan sapi saat dilakukan pemerahan, maka besar kemungkinan serpihan kotoran yang mengandung bakteri *coliform* akan terjatuh kedalam wadah susu, karena sapi sulit untuk bisa diam khususnya buntut sapi yang seringkali digerak-gerakan selama proses pemerahan, sehingga nantinya akan mengontaminasi susu jika cipratan kotoran mengenai wadah susu yang didalamnya terdapat susu selama proses pemerahan.

Dalam pencegahan penyakit pada hewan sapi, maka pemberian obat cacing dilakukan setiap 3 (tiga) kali dalam setahun (Peraturan Menteri Pertanian Republik Indonesia, 2014). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Permatasari, 2017), ditemukan bahwa di Desa Gendro, Kecamatan Tukur, Kabupaten Pasuruan pada tahun 2017 menunjukkan kondisi kesehatan dan kebersihan sapi tidak memenuhi syarat. Hal ini terutama terlihat dari sapi yang memiliki luka dan tidak dalam keadaan bersih saat diperah.

3. Sanitasi Peternakan

Sanitasi peternakan merupakan suatu kegiatan pencegahan yang meliputi kebersihan bangunan tempat tinggal ternak atau kandang dan lingkungannya dalam rangka untuk menjaga kesehatan ternak sekaligus pemiliknya (Ratnani, *et al.*, 2020). Sanitasi peternakan sebaiknya dilakukan setiap hari. Sanitasi peternakan khususnya kandang yang kurang baik menyebabkan mikroorganisme patogen (bakteri *coliform*) berkembang biak di sekitar kandang (Surjowardojo, 2011).

Kandang merupakan tempat berlindung ternak dari hujan, terik matahari, pengamanan ternak terhadap binatang buas, pencuri, dan sarana untuk menjaga kesehatan. Adapun syarat-syarat kandang sebagai berikut (Kepmentan, 2001):

- a. Kandang yang akan dibangun harus kuat, memenuhi standar kesehatan, mudah dibersihkan, mempunyai drainase yang baik, siklus udara yang bebas, dilengkapi tempat makan dan minum sapi serta adanya bak disinfektan.
- b. Sistem kandang bisa dibuat untuk sistim pemeliharaan massal dalam satu kandang yang tiap ekor sapi dipisahkan oleh sekat atau bisa juga sistim massal tanpa sekat dengan luas ruang 2 x 1,5 m² per ekor sapi dewasa.
- c. Jarak antara kandang dengan bukan kandang minimal 25 m dan dipisahkan oleh pagar rapat dengan tinggi 2 m.

- d. Jarak antar kandang yang satu dengan yang lainnya minimal 10 m dan jarak kandang terakhir dengan pembuangan limbah minimal 25 m.

Kandang perlu secara rutin disapu dan dibersihkan agar tidak terjadi penumpukan debu dan kotoran. Siram lantai kandang secara berkala dan gunakan desinfektan untuk membunuh bakteri dan mikroorganisme yang berpotensi menimbulkan penyakit. Tidak cukup hanya menyapu lantai sebelum melakukan pemerahan susu. Memberikan makanan kering sebelum satu jam sebelum pemerahan atau setelah pemerahan selesai dapat membantu mengurangi debu yang ada di kandang. Kandang yang bersih dapat mencegah susu dari terkontaminasi oleh kotoran dan bau yang dapat dihisap oleh susu. Pastikan untuk menyapu lantai kandang dengan teliti dan mengumpulkan kotoran jauh dari tempat pemerahan. Selalu gunakan sapu lidi atau sekop yang berbeda untuk membersihkan makanan dan kotoran (Kumala, 2018).

Konstruksi bangunan merupakan penentu dari ketahanan bangunan kandang. Konstruksi kandang harus kuat dan tahan lama dan dibuat sekokoh mungkin agar mampu menahan beban dan benturan yang diberikan oleh hewan ternak (Sukmawati, 2010). Syarat-syarat konstruksi kandang yang baik menurut Kepmentan Nomor 422 Tahun 2001 yaitu:

- a. Setiap ruangan untuk kandang induk beranak, kandang anak, kandang dara, kandang isolasi, kandang pejantan, kandang beranak, ruang pakan dan peralatan, unit kamar susu, instalasi air bersih (tempat mencuci tangan yang dilengkapi sabun dan air bersih serta toilet yang

cukup), barak karyawan dan penampungan limbah baik yang padat maupun cair harus terpisah.

- b. Konstruksi bangunan terdiri dari bahan yang kuat, yang dapat menjamin keamanan dan kenyamanan karyawan dan hewan ternak.
- c. Bangunan harus dapat menampung dan sirkulasi dalam kandang harus terjamin kelancarannya.
- d. Lantai kandang sebaiknya dibuat miring ke arah pembuangan limbah, kuat, tidak licin dan mudah dibersihkan.
- e. Kamar susu terpisah dengan kandang atau gudang pakan.
- f. Setiap usaha peternakan sapi perah agar membuat unit pengolahan limbah perusahaan (padat, cair dan gas) yang sesuai dengan kapasitas produksi limbah yang dihasilkan.
- g. Setiap usaha peternakan sapi perah membuat tempat pembuangan kotoran dan penguburan bangkai.

Apabila kandang dalam kondisi yang kotor dan tidak dibersihkan dengan rutin dapat berakibat buruk terhadap kesehatan ternak dan kualitas susu sapi. Apabila lantai ternak dalam keadaan kotor maka akan menyebabkan mikroba mudah berkembang biak dan mencemari ambing dan puting sehingga memudahkan terjadinya penyakit salah satunya radang ambing (*mastitis*). Ambing sapi yang tidak sehat dapat menurunkan kualitas susu sapi dimana susu yang tercemar mikroba akan mudah rusak dan pecah (Hafifah, 2023). Selain itu, kandang yang kotor juga dapat mempengaruhi kualitas susu baik secara fisik maupun secara

mikrobiologis. Secara fisik yaitu ketika kandang tidak dibersihkan secara rutin, maka akan menimbulkan bau yang menyengat sehingga akan terserap oleh susu dan membuat susu berbau tidak sedap. Secara mikrobiologis yaitu ketika kandang tidak dibersihkan menggunakan desinfektan, maka dapat menyebabkan terjadinya kontaminasi silang dari kandang yang kotor oleh kotoran yang mengandung bakteri *coliform* terhadap badan sapi, peralatan maupun pemerah yang melakukan pemerahan. Padahal penggunaan desinfektan berguna untuk mematikan bakteri yang ada di kandang yang dapat berasal dari kotoran sapi, tanah, maupun mikroorganisme lainnya yang telah lapuk, agar pemerahan dapat dilakukan dengan kandang yang steril, sehingga keamanan mutu sapi nantinya dapat lebih terjaga.

Hasil penelitian Kumala (2018), diketahui sanitasi kandang yang buruk lebih banyak daripada sanitasi kandang yang baik yaitu sebanyak 14 dari 24 (58,3%), pada penelitian ini juga menunjukkan adanya hubungan antara sanitasi kandang dengan keberadaan bakteri *coliform* di Desa Bedrug, Kecamatan Pulung, Kabupaten Ponorogo. Lalu, dari 24 kandang sapi, sebanyak 14 kandang yang tidak dibersihkan dan diberi desinfektan selain itu seluruh kandang jarak pembuangan limbahnya < 20 m dari kandang. Hal ini dapat mengakibatkan bakteri masih sangat banyak di sekitar proses pemerahan. Dengan lingkungan yang kurang bersih maka kemungkinan kontaminasi bakteri *coliform* terhadap susu lebih tinggi. Berdasarkan hasil penelitian (Permatasari, 2017) di Desa Gendro,

Kecamatan Tukur, Kabupaten Pasuruan Tahun 2017 menunjukkan bahwa pembersihan hanya dilakukan menggunakan air bersih saja tanpa menggunakan desinfektan yang dilakukan sebelum pemerahan.

4. Sanitasi Peralatan

Untuk menjaga kualitas susu, maka perlu diperhatikan hal-hal mengenai kebersihan dari peralatan pada pemerahan. Menurut Nurhadi (2012) peralatan untuk penanganan susu harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut:

- a. Mudah dibersihkan.
- b. Peralatan untuk mewisasi, menampung dan mengangkut susu harus kedap air, terbuat dari bahan yang tidak berkarat (baja, *stainless steel*, dan aluminium), tidak ada bagian yang mengelupas, tidak bereaksi dengan susu, tidak berubah warna, bau dan rasa susu.
- c. Pencucian peralatan misalkan ember, *milkcan*, botol, saringan dan lain-lain sebaiknya dengan menggunakan air panas dan larutan *chlor*. Hal ini dapat melarutkan lemak susu yang menempel pada alat-alat tersebut.
- d. Corong susu harus gagang yang cukup panjang, sehingga susu tidak terkena tangan dan kontaminasi silang dapat dihindari.

Air susu yang diperah dari sapi yang sehat dan proses pemerahan dilakukan berdasarkan prosedur yang benar maka akan memenuhi kaidah halal, aman, utuh, dan sehat. Tugas peternak yaitu menjaga agar selama proses pengumpulan dan pengiriman susu segar, seminimal mungkin

terjadi kontaminasi mikroba dari luar kedalam susu yang akhirnya mengakibatkan kualitas susu menurun (Kumala, 2018).

Penanganan susu harus dilakukan dengan baik, menggunakan peralatan yang tepat dan terjaga kebersihannya sehingga kualitas dari susu yang dihasilkannya bagus. Berikut adalah peralatan yang digunakan untuk proses pemerahan (Petunjuk Teknis Penanganan dan Pengolahan Susu Direktorat Pengolahan Hasil Pertanian, Direktorat Jenderal Pengolahan dan Pemasaran Hasil Pertanian, 2008):

- a. *Milkcan*
- b. Saringan susu yang bersih atau kain bersih
- c. Tester untuk pengetesan penyakit mastitis (*strip cup*)
- d. Tambang untuk mengikat kaki sapi
- e. Vaseline (membantu dalam pemerahan konvensional)
- f. Ember susu
- g. Mesin pemerah susu
- h. Sikat dan sabun
- i. Kain lap ambing yang kering (satu sapi satu kain)
- j. Kain lap ambing yang basah (untuk desinfeksi satu sapi satu kain)
- k. Kain lap yang basah (untuk air hangat satu sapi satu kain)
- l. Desinfektan
- m. Ember untuk kain lap kotor
- n. Keranjang untuk kain lap bersih

Menurut Sudono *et al.* (2005) dalam Hafifah (2023) menyebutkan jika pemerahan dilakukan dengan mesin pemerah, karet penyedot harus dibersihkan menggunakan air panas. Alat-alat yang digunakan dalam pemerahan harus dibersihkan menggunakan air bersih dan bila perlu menggunakan deterjen dan dibilas dengan air hangat (60°C-70°C) untuk membunuh mikroba dan melarutkan lemak susu yang menempel pada alat, selanjutnya dilakukan pengeringan (Usmiati & Abubakar, 2009). Peralatan yang tidak bersih mengakibatkan susu mengandung banyak mikroba (Petunjuk Teknis Penanganan dan Pengolahan Susu Direktorat Pengolahan Hasil Pertanian, Direktorat Jenderal Pengolahan dan Pemasaran Hasil Pertanian, 2008:28). Menurut SK Dirjen Peternakan No. 17 Tahun 1983 menyebutkan bahwa dalam menyiapkan peralatan pemerahan yang harus dilakukan secara urut yaitu sebagai berikut:

- a. Membersihkan peralatan susu
 - 1) Membersihkan menggunakan sikat dan sabun/deterjen.
 - 2) Membilas dengan air bersih.
 - 3) Membilas dengan air hangat 60°C-70°C atau larutan desinfektan.
- b. Mengeringkan peralatan susu
 - 1) Peralatan susu diletakkan terbalik pada rak.
 - 2) Peralatan dibiarkan (diangin-anginkan) sampai kering.

Alat-alat yang digunakan dalam proses pemerahan susu seperti ember dan *milkan* harus selalu bersih baik sebelum maupun setelah

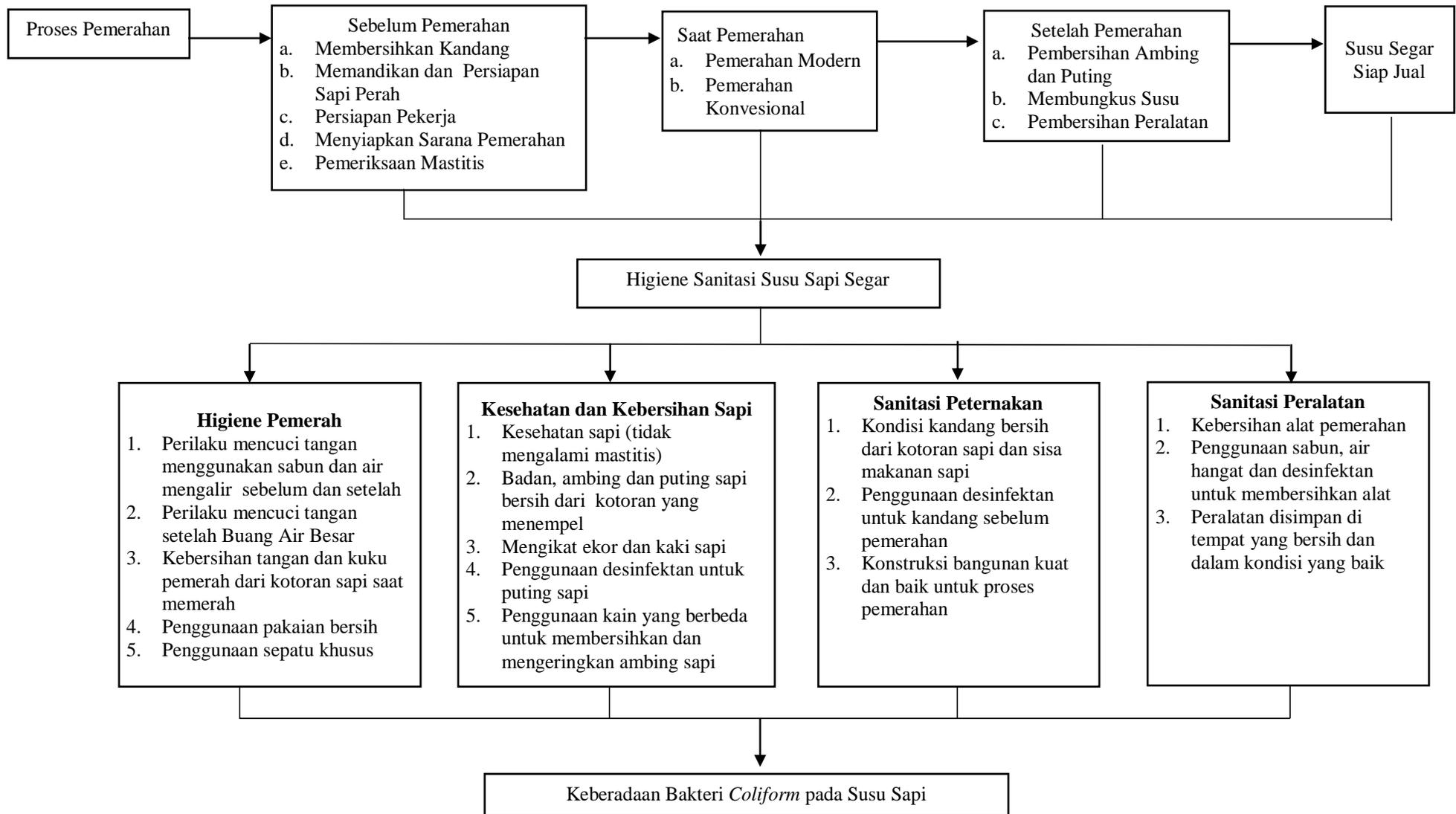
digunakan, karena peralatan merupakan wadah pertama dalam menampung susu setelah dikeluarkannya dari ambing dan puting. Membersihkannya dengan air sabun yang hangat (Keputusan Menteri Pertanian, 2001). Karena air hangat dapat mematikan bakteri dan melarutkan lemak susu yang menempel. Penggunaan desinfektan saat pembersihan peralatan juga membantu mematikan bakteri yang menempel di peralatan dari hasil penyimpanan peralatan disembarang tempat yang memungkinkan tempatnya terdapat kotoran sapi yang mengandung *coliform*, sehingga akan menyebabkan kontaminasi silang. Hasil penelitian (Kumala, 2018) menunjukkan bahwa sanitasi peralatan yang buruk sebanyak 16 (66,7%) dan sanitasi peralatan yang baik sebanyak 8 (41,7%), dan dikatakan ada hubungan antara sanitasi peralatan dengan keberadaan bakteri *coliform* di Desa Bedrug, Kecamatan Pulung, Kabupaten Ponorogo, sehingga sanitasi peralatan merupakan faktor risiko keberadaan bakteri *coliform*.

5. Keberadaan *Coliform* pada Susu Sapi Segar

Coliform merupakan kelompok bakteri yang digunakan sebagai indikator adanya polusi kotoran dan kondisi sanitasi yang buruk terhadap air, makanan, susu dan produk turunannya. Adanya bakteri *coliform* pada makanan atau minuman menunjukkan adanya kemungkinan mikroorganisme yang bersifat enteropatogenik dan toksigenik yang berbahaya pada kesehatan (Kumala, 2018). Bakteri *coliform* dapat berasal manusia dan hewan maupun dari faktor lingkungan yang bisa

mengontaminasi susu baik secara langsung dengan cara masuknya kotoran sapi kedalam wadah susu melalui badan sapi yang kotor maupun secara tidak langsung dengan adanya kontaminasi silang dari pemerah susu. Hasil penelitian (Kumala, 2018) di Desa Bedrug, Kecamatan Pulung, Kabupaten Ponorogo menyebutkan susu yang tidak memenuhi syarat dan mengandung bakteri *coliform* sebanyak 18 (75%) dan yang memenuhi syarat hanya 6 (25%).

F. Kerangka Teori



Sumber: Keputusan Menteri Pertanian No. 422 Tahun 2001 dan Modifikasi Kumala (2018)