

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kualitas Susu Sapi

Kualitas susu dapat dilihat dari susunan dan keadaan pada susu. Penilaian mutu dan produksi susu sering digunakan dengan tolak ukur pada uji kualitas susu terhadap komposisi susu dan keadaan fisik susu (Nababan *et al.*, 2015). Komposisi pada susu terdiri dari air, lemak, protein, laktosa, mineral, dan vitamin yang dapat dipengaruhi oleh konsumsi dan kualitas pakan sedangkan kualitas fisik dipengaruhi oleh lingkungan dan manajemen pemeliharaan. Kualitas fisik pada susu dapat dilakukan beberapa metode pengujian seperti uji didih, uji alkohol, dan uji derajat asam. Susu yang sehat dan layak konsumsi dapat diketahui masih dalam kondisi tidak pecah dan tidak menggumpal setelah melewati uji didih dan uji alkohol (Dwitania dan Swacita, 2013). Kualitas susu juga dapat ditentukan berdasarkan organoleptiknya seperti warna, rasa, dan aroma menggunakan panca indera (Disa *et al.*, 2017). Cemaran bakteri juga mempengaruhi kualitas susu yang dapat ditentukan berdasarkan waktu reduktase pada susu (Arjadi *et al.*, 2017).

Tabel 1. Standar Kualitas Susu Segar berdasarkan Uji Fisik, Organoleptik, dan Cemaran Bakteri

No	Karakteristik	Satuan	Syarat
1	Warna, bau, rasa, kekentalan	-	Tidak ada perubahan
2	Uji alkohol 70%	-	Negatif
3	Cemaran Mikroba Maksimum:		
	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

Sumber: Badan Standarisasi Nasional (2011)

Hasil negatif pada uji alkohol menandakan susu masih dalam keadaan segar yang dapat diamati tidak adanya penggumpalan pada susu, sedangkan hasil positif menandakan susu sudah tidak segar seperti ditunjukkan pada Tabel 1. yang diketahui dari menggumpal atau pecahnya susu. Susu menggumpal atau pecah disebabkan karena kestabilan kaseinnya menurun sehingga terjadi koagulasi kasein yang mengakibatkan penggumpalan susu dan kadar asam yang terkandung dalam susu tinggi (Anindita dan Soyi, 2017). Kestabilan protein yang lemah dapat disebabkan banyaknya bakteri yang ada di dalam susu terutama bakteri asam laktat yang dapat mengubah laktosa susu menjadi asam laktat (Arjadi *et al.*, 2017).

Uji organoleptik dilakukan menggunakan panca indera yang terdiri dari indera penglihatan untuk melihat warna dan konsistensi susu, indera perasa untuk rasa susu, serta indera penciuman untuk mencium aroma susu (Disa *et al.*, 2017). Penyimpangan pada kualitas organoleptik susu dapat disebabkan adanya cemaran mikroba pada susu atau pencampuran susu dengan bahan lain (air, santan) sehingga adanya kerusakan atau pencemaran susu yang tidak dapat dimanfaatkannya sebagai pangan manusia yang menyehatkan (Anindita dan Soyi, 2017). Susu yang apabila ditangani dengan baik maka akan menghasilkan susu yang berkualitas baik, daya simpan lebih lama, dan kandungan gizi yang tinggi (Kurnia *et al.*, 2018).

2.2. Pengaruh Manajemen Pemerahan terhadap Kualitas Susu

Manajemen pemerahan sapi dapat dilakukan dalam berbagai kegiatan seperti sanitasi kandang, sanitasi ternak terutama pada bagian puting dan ambing, melakukan pemerahan menggunakan alat pemerah atau manual, menampung susu pada tempat penampungan sementara hingga penyaringan (Pramesti dan Yudhastuti, 2017). Salah satu hal terpenting dalam manajemen pemerahan yaitu sanitasi pada puting ternak karena puting merupakan tempat keluarnya susu. Puting dan ambing yang tidak bersih maka susu yang diperoleh akan mudah tercemar oleh bakteri dan menurunkan kualitas susu. Bakteri yang masuk dapat memicu terjadinya peradangan yang dapat berakibat terjadinya penurunan mutu dan produksi pada susu (Pisestyani *et al.*, 2017). Bakteri tersebut juga dapat mempengaruhi tingkat kesegaran susu yang ditandai susu yang mudah pecah. Susu pecah disebabkan lemahnya ikatan kasein dengan air yang disebabkan oleh bakteri asam yang mengubah laktosa menjadi asam laktat (Arjadi *et al.*, 2017). Suasana asam pada susu yang tinggi menyebabkan turunnya pH pada susu sehingga ikatan kasein dengan air menjadi renggang (Anindita dan Soyi, 2017). Bakteri penyebab radang juga dapat meningkatkan produksi urokinase aktivator plasminogen dalam sel epitel sehingga mendorong peningkatan konsentrasi plasmin (Harjanti dan Sambodho, 2019). Plasmin menyebabkan terjadinya hidrolisis pada kasein yang mengakibatkan degradasi pada protein susu (Murphy *et al.*, 2016).

Proses pencemaran bakteri pada susu dimulai ketika susu diperah karena adanya bakteri yang hidup di sekitar ambing yang tidak bersih, sehingga saat

pemerahan bakteri tersebut ikut terbawa ke dalam susu (Cahyono *et al.*, 2013). *Teat dipping* yang tidak dilakukan setelah proses pemerahan dapat memudahkan bakteri masuk ke dalam ambing. *Teat dipping* merupakan kegiatan pencelupan puting ke dalam larutan antiseptik untuk mencegah bakteri masuk ke dalam ambing melalui puting (Aprilia *et al.*, 2016). Kondisi puting masih terbuka setelah dilakukannya pemerahan, sehingga memudahkan bakteri masuk ke ambing melalui puting apabila tidak segera dilakukan *teat dipping* (Pisestyani *et al.*, 2017).

Bakteri masuk melalui saluran pada puting yang terbuka, kemudian masuk ke bagian sel-sel tempat pelepasan susu. Bakteri tersebut akan hidup dan berkembang biak menghasilkan produk metabolit yang bersifat sitolitik yang dapat merusak sel-sel pada ambing, sehingga terjadi respon imunitas yang menyebabkan sel radang (leukosit/somatik) menuju tempat yang terinfeksi untuk melawan bakteri (Murwani *et al.*, 2017). Sel somatik dapat mempengaruhi kualitas susu karena sel somatik memiliki *endogenous enzyme* yang penting salah satunya enzim lipase (lipoprotein lipase) dan protease (Richoux *et al.*, 2014). Enzim lipase yang diproduksi dari leukosit mengalami hidrolisis lipoprotein yang mempengaruhi membran globula lemak pada susu (Alhussien dan Dang, 2018). Plasmin dapat mendegradasi protein susu sehingga menyebabkan terjadi koagulasi pada protein susu (Murphy *et al.*, 2016).

Pelaksanaan *teat dipping* menggunakan antiseptik setelah pemerahan dapat mencegah cemaran bakteri masuk ke dalam ambing (Aprilia *et al.*, 2016). Tujuan dari *teat dipping* yaitu untuk meningkatkan higienitas. *Teat dipping* dapat

menekan jumlah total bakteri yang masuk ke dalam puting sapi setelah pemerahan. Pemakaian *teat dipping* setelah pemerahan secara teratur dapat meningkatkan kualitas susu karena bakteri tidak dapat mencemari susu dan peradangan pada ambing (Julianto *et al.*, 2017).

Larutan antiseptik yang biasa digunakan untuk *teat dipping* yaitu *iodine*, *chlorhexidine*, dan *chlorin*. Antiseptik tersebut akan melapisi lubang puting yang masih terbuka ketika sesudah pemerahan. Bakteri yang mencoba masuk ke dalam lubang puting akan terlapisi oleh zat aktif pada larutan antiseptik. Zat aktif tersebut akan merusak dinding sel bakteri bagian luar dan membran sel, kemudian menembus sitoplasma hingga inti sel dengan merusak metabolisme sel bakteri (Pisestyani *et al.*, 2017).

Teat dipping biasanya menggunakan larutan antiseptik sintetis berupa *iodine* yang dapat menyebabkan residu di dalam susu dengan cara *iodine* yang berada di permukaan puting ikut masuk ke dalam susu ketika proses pemerahan dan apabila dikonsumsi dapat mempengaruhi kesehatan konsumen (Falchowsky *et al.*, 2014). Batas toleran *iodine* yang dikonsumsi orang dewasa yaitu 1.100 mg/hari, sedangkan anak usia 1 – 8 tahun sebanyak 200 – 300 mg/hari (Castro *et al.*, 2010). *Iodine* juga dapat memberikan efek rasa gatal, kemerahan, nyeri, dan terbakar pada puting ternak apabila dipakai dalam jangka waktu yang lama (Aprilia *et al.*, 2016).

2.3. Tanaman Kelor (*Moringa oleifera*)

Tanaman kelor (*Moringa oleifera*) merupakan jenis tanaman yang mudah tumbuh di daerah tropis salah satunya di Indonesia (Ananto *et al.*, 2015). Tanaman kelor pertama kali tumbuh di negara India dan sekarang sudah banyak juga dijumpai di negara Indonesia (Nisa *et al.*, 2017). Tanaman kelor merupakan tanaman dengan ketinggian 7-11 m dan tumbuh subur di dataran rendah maupun dataran tinggi dengan ketinggian ± 1000 mdpl. Batang tanaman kelor berkayu getas (mudah patah), cabang simpodial, akar tunggang berwarna putih, daun majemuk, bertangkai panjang, tersusun berseling, beranak daun ganjil, warna daun hijau muda hingga hijau tua, bentuk daun oval dan pertulangan menyirip. Daun kelor biasanya dipanen setelah tanaman tumbuh setinggi 1,5 – 2 m (Widowati *et al.*, 2014).



Ilustrasi 1. Tanaman Kelor

Tanaman kelor (Ilustrasi 1) dapat hidup pada lingkungan yang lembab maupun pada lingkungan yang kering. Klasifikasi tanaman kelor berdasarkan Maizuwo *et al.* (2017) adalah sebagai berikut :

Kingdom : *Plantae*
Sub-kingdom : *Tracheobionta*
Super division : *Spermatophyta*
Division : *Magnoliophyta*
Class : *Magnoliopsida*
Sub-class : *Dilleniidae*
Order : *Capparales*
Family : *Moringaceae*
Genus : *Moringa*
Species : *Moringa oleifera*

Daun kelor segar dapat dipanen pada umur 60 hari yaitu daun yang bercabang muda, sehingga dalam setahun tanaman kelor dapat dipanen sebanyak 6 sampai 7 kali panen. Pohon kelor dapat memproduksi daun kelor sebanyak 6 ton/ha (Winarno, 2018). Tanaman kelor terkenal sebagai tanaman yang dapat mengobati berbagai penyakit karena terdapat antibakteri dan antijamur (Bhagwat *et al.*, 2017). Tanaman kelor telah dikenal selama berabad-abad sebagai tanaman yang kaya nutrisi dan memiliki khasiat sebagai antioksidan sehingga biasa digunakan sebagai obat dari berbagai penyakit (Toripah *et al.*, 2014).

Kandungan yang berada di dalam tanaman kelor berupa flavonoid, tanin, phenol, alkaloid, dan saponin memiliki potensi sebagai agen antibakteri alami.

Senyawa aktif daun kelor berdasarkan nilai kuantitatif pada penelitian Nweze *et al.* (2014) yaitu flavonoid sebanyak 3,83 g/100g dan tannin 9,19 g/100g serta penelitian Ojiako *et al.* (2014) yaitu phenol sebesar 0,19%, alkaloid 0,42%, dan saponin 1,75%. Penelitian Maramulla *et al.* (2019) menunjukkan bahwa sekelompok sapi yang terkena mastitis subklinis diobati dengan aplikasi pasta topikal yang dibuat dari campuran tumbukan 100g daun kelor, bubuk kunyit 10g, dan garam 10g, pasta tersebut dioleskan ke seluruh ambing 2 kali sehari selama 7 hari, sehingga diperoleh hasil yaitu 14 dari 16 kuartir (87,50%) pulih pada hari ke tujuh. Hasil penelitian lainnya yaitu Safangat *et al.* (2014) menyimpulkan bahwa jus daun kelor yang digunakan sebagai *teat dipping* pada sapi perah dengan konsentrasi 20% (T2) dan 30% (T3) memiliki kemampuan yang sama dengan antiseptik kimia Iodine (T1), sehingga dapat digunakan untuk mengurangi kejadian mastitis dan meningkatkan produksi susu sapi perah laktasi.

Flavonoid mampu mendenaturasi protein sel bakteri dan merusak membran sel bakteri (Ananto *et al.*, 2015). Mekanisme kerja flavonoid terbagi menjadi tiga yaitu menghambat sintesis asam nukleat, menurunkan fungsi membran sel, dan menghambat metabolisme energi (Veronita *et al.*, 2017). Flavonoid dapat mengganggu metabolisme energi dengan cara yang mirip dengan menghambat sistem respirasi atau penggunaan oksigen pada bakteri, karena dibutuhkan energi untuk penyerapan aktif berbagai metabolit dan biosintesis makromolekul (Ngajow *et al.*, 2013).

Tannin bekerja dengan mengikat salah satu protein adhesin pada bakteri yang dipakai sebagai reseptor pada sel permukaan bakteri, sehingga terjadi

penurunan daya ikat bakteri pada hopes serta menghambat sintesis protein akibatnya pembentukan dinding sel bakteri kurang sempurna yang menyebabkan lisis (Safangat *et al.*, 2014). Kandungan senyawa saponin dapat mengurangi permeabilitas membran sel bakteri yang akan mengakibatkan sel tersebut kekurangan nutrisi, sehingga memperlambat pertumbuhan bakteri. Senyawa ini berdifusi melalui membran luar dan dinding sel yang rentan, kemudian mengikat membran sitoplasma dan mengganggu kestabilan pada sel sehingga menyebabkan sitoplasma bocor atau lisis keluar dari sel yang mengakibatkan kematian pada sel (Ngajow *et al.*, 2013).

Senyawa alkaloid memiliki gugus basa yang mengandung nitrogen dan akan bereaksi dengan senyawa asam amino penyusun dinding sel seperti pada dinding sel bakteri dan DNA bakteri, reaksi tersebut dapat menimbulkan perubahan struktur asam amino yang mengganggu keseimbangan genetik pada rantai DNA sehingga terjadi kerusakan dan lisis sel bakteri yang menyebabkan kematian pada sel (Dewi *et al.*, 2016). Daun kelor memiliki manfaat sebagai antioksidan, antiinflamasi, serta antibakteri terhadap bakteri gram positif maupun bakteri gram negatif (Vinoth *et al.*, 2012). Daun kelor juga dapat dikonsumsi oleh manusia dan memiliki nilai gizi yang tinggi. Kandungan nutrisi pada tanaman kelor yaitu protein, vitamin A (β -karoten), dan zat besi yang tinggi sehingga bagus untuk dikonsumsi (Madukwe *et al.*, 2013).

2.4. Angka Reduktase

Mutu pada kualitas susu juga ditentukan dari jumlah dan jenis bakteri yang berada dalam susu. Jumlah bakteri dapat mempengaruhi jumlah sel radang pada susu, karena bakteri tersebut dapat merusak sel-sel pada ambing yang menyebabkan terjadi respon imunitas yang menyebabkan sel radang (leukosit/somatik) menuju tempat yang terinfeksi (Murwani *et al.*, 2017). Jumlah bakteri di dalam susu dapat dianalisa menggunakan metode yang biasa digunakan seperti *Total Plate Count* (TPC) dan uji reduktase menggunakan larutan *methylene blue*. Metode TPC memiliki kelebihan dalam menentukan jumlah bakteri yang lebih akurat karena hanya bakteri dapat dihitung sekaligus serta dapat digunakan untuk isolasi dan identifikasi bakteri karena koloni yang terbentuk mungkin berasal dari bakteri yang mempunyai penampang spesifik. Kekurangan metode TPC yaitu persiapan dan waktu inkubasi relatif lama serta harga medium yang relatif mahal (Arjadi *et al.*, 2017).

Uji reduktase merupakan metode sederhana dalam memperkirakan jumlah bakteri yang terdapat di dalam susu menggunakan *methylene blue*. Kelebihan dari uji reduktase yaitu metode yang dilakukan lebih mudah dan relatif murah serta tidak membutuhkan waktu yang lama. Uji reduktase memiliki kekurangan yaitu tidak dapat memprediksi jumlah bakteri secara akurat hanya berdasarkan perkiraan jumlah bakteri dari waktu inkubasi. Standar angka reduktase susu berdasarkan Badan Standarisasi Nasional (2011) yaitu selama 2 – 5 jam. Kualitas susu yang baik diketahui dari waktu reduktase pada susu lebih dari 5 jam diperkirakan jumlah bakteri sebanyak 500.000 cfu/ml (Arjadi *et al.*, 2017).

Bakteri membutuhkan oksigen terlarut untuk hidup menyebabkan terjadi penurunan reaksi oksidasi-reduksi (Afrila dan Windari, 2010). Susu segar mengandung banyak oksigen yang terlarut di dalamnya, sehingga apabila diberi *methylene blue* terjadi perubahan warna menjadi biru (Mini, 2018).

Oksigen yang dikonsumsi oleh bakteri akan membentuk zat pereduksi yang mereduksi warna pada *methylene blue* menjadi putih (Yadav *et al.*, 2018). Sitrat merupakan metabolit sebagai donor hidrogen, *methylene blue* sebagai aseptor hidrogen, dan enzim reduktase yang diproduksi mikroba merupakan katalis (Umar *et al.*, 2014). Bakteri yang banyak akan menyebabkan tingginya kebutuhan oksigen sehingga dapat menurunkan konsentrasi oksigen dalam medium yang mengakibatkan warna pada *methylene blue* lebih cepat menjadi putih/*methylene white* (Nandy dan Venkatesh, 2010). Kecepatan dan cara reduksi tergantung dari jumlah dan macam bakteri yang memiliki enzim reduktase. Bakteri yang memiliki enzim reduktase yaitu *Escherichia coli* dan *Bacillus subtilis* karena memiliki kemampuan dalam mereduksi warna pada *methylene blue* (Mini, 2018). Bakteri memiliki daya reduksi yang bervariasi tergantung dari jenis enzim yang dihasilkan (Torrents, 2014). Bakteri asam ada memiliki daya reduksi lemah hingga tidak memiliki daya reduksi, karena pada dasarnya bakteri asam ditandai dari aktivitas pengasaman bukan dari kemampuan mereka dalam melakukan reduksi oksigen yang ada di dalam susu (Morandi *et al.*, 2016).

2.5. Uji Alkohol

Kualitas susu dapat diketahui dengan pemeriksaan susu melalui berbagai pengujian, salah satunya uji alkohol yang dapat menentukan kesegaran pada susu (Dwitiana dan Swacita, 2013). Uji alkohol merupakan uji sederhana yang biasa dilakukan dalam menentukan kualitas susu yang diamati kondisi kesegarannya pada susu agar layak untuk dikonsumsi. Kualitas pada susu dapat diketahui melalui uji alkohol yang diketahui dari pecah atau tidaknya susu. Standar uji alkohol pada susu berdasarkan Badan Standarisasi Nasional (2011) yaitu negatif atau tidak terjadi penggumpalan. Hasil positif pada uji alkohol karena ikatan mantel air dan kasein dalam susu melemah sehingga susu menggumpal ketika diberi alkohol yang memiliki sifat dehidrasi (Dwitania dan Swacita, 2013). Ikatan yang lemah tersebut dapat disebabkan banyaknya bakteri yang di dalam susu terutama bakteri asam yang mengubah gula pada susu menjadi asam laktat (Arjadi *et al.*, 2017). Suasana asam pada susu yang tinggi menyebabkan turunnya pH pada susu sehingga ikatan kasein dengan air menjadi renggang (Anindita dan Soyi, 2017).

Bakteri yang masuk ke dalam ambing dapat memicu terjadinya peradangan yang menyebabkan munculnya sel somatik. Sel somatik memiliki *endogenous enzyme* yang diantaranya adalah enzim lipase (lipoprotein lipase) dan protease (Richoux *et al.*, 2014). Enzim lipase yang diproduksi dari leukosit akan menghidrolisis lipoprotein yang mempengaruhi membran globula lemak pada susu sehingga terjadi peningkatan asam lemak bebas (Alhussien dan Dang, 2018). Bakteri penyebab radang dapat meningkatkan produksi urokinase aktivator

plasminogen dalam sel epitel sehingga mendorong peningkatan konsentrasi plasmin (Harjanti dan Sambodho, 2019). Plasmin dapat mendegradasi kasein sehingga menyebabkan terjadi proses koagulasi atau penggumpalan pada protein susu (Murphy *et al.*, 2016).

2.6. Organoleptik

Pengujian organoleptik yang merupakan salah satu metode pengujian suatu kualitas pangan yang dilakukan dengan bantuan panca indera tanpa bantuan alat tertentu (Negara *et al.*, 2016). Kualitas susu dapat ditentukan berdasarkan organoleptiknya seperti warna, rasa, dan aroma pada susu. Panca indera yang digunakan yaitu indera penglihatan untuk melihat warna dan konsistensi susu, indera perasa untuk rasa susu, serta indera penciuman untuk mencium aroma susu (Disa *et al.*, 2017).

Susu merupakan cairan yang memiliki warna dari putih kebiruan sampai putih kekuningan. Warna putih pada susu akibat penyebaran butiran koloid lemak, kalsium kaseinat dan kalium fosfat dan bahan utama serta yang memberi warna kekuningan pada susu adalah karoten dan riboflavin (Navyanti dan Adriyani, 2015). Karoten merupakan pigmen kuning yang berasal dari lemak susu. Karotenoid disintesa hanya berasal dari tumbuhan yang dikonsumsi oleh ternak terutama pada ternak perah oleh karenanya harus ada dalam pakan ternak perah. Jumlah karoten dalam susu tergantung dari bangsa, spesies, individu, umur, masa laktasi dan jenis pakan yang dikonsumsi (Diastari dan Agustina, 2013).

Aroma pada susu biasanya berbau khas pada ternaknya, lemak pada susu mudah menyerap bau disekitarnya (Navyanti dan Adriyani, 2015). Penyimpangan terhadap bau susu maka dapat terjadi perubahan seperti berbau asam, tengik hingga berbau busuk. Faktor yang mempengaruhi bau pada susu adalah jumlah pemberian pakan, jenis bahan pakan yang diberikan, kondisi ternak dan lingkungan sekitar (Diastari dan Agustina, 2013). Susu memiliki rasa normal yaitu agak sedikit manis karena terdapat kandungan laktosa di dalam susu (Sulmiyati, 2016). Kandungan lemak pada susu menyebabkan rasa susu menjadi terasa gurih, sedangkan kandungan laktosa pada susu menyebabkan susu terasa manis (Suhendar *et al.*, 2015).