

**PRODUKSI DAN KUALITAS FISIK SUSU SAPI *FRIESIAN*
HOLSTEIN YANG DISUPLEMENTASI EKSTRAK
TEPUNG CANGKANG TELUR SEBAGAI
SUMBER MINERAL**

SKRIPSI

**SUHARMAN
I011 20 1159**



**FAKULTAS PETERNAKAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

**PRODUKSI DAN KUALITAS FISIK SUSU SAPI *FRIESIAN*
HOLSTEIN YANG DISUPLEMENTASI EKSTRAK
TEPUNG CANGKANG TELUR SEBAGAI
SUMBER MINERAL**

SKRIPSI

**SUHARMAN
I011 20 1159**

**Skripsi sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Peternakan pada Fakultas Peternakan
Universitas Hasanuddin**

**FAKULTAS PETERNAKAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Suharman

NIM : I011 20 1159

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang saya tulis dengan judul: **Produksi dan Kualitas Fisik Susu Sapi *Friesian Holstain* yang Disuplementasi Ekstrak Tepung Cangkang Telur Sebagai Sumber Mineral** adalah asli.

Apabila sebagian atau seluruhnya dari karya skripsi ini tidak asli atau plagiasi maka saya bersedia dikenakan sanksi akademik sesuai peraturan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini dibuat untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Makassar, 22 Juli 2024

Peneliti



Suharman

HALAMAN PENGESAHAN

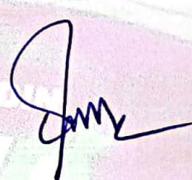
Judul Skripsi : **Produksi dan Kualitas Fisik Susu Sapi *Friesian Holstain* yang Disuplementasi Ekstrak Tepung Cangkang Telur Sebagai Sumber Mineral**

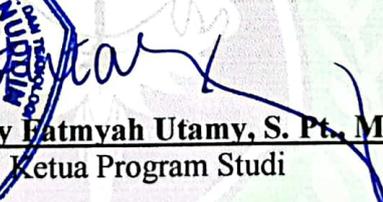
Nama : **Suharman**

NIM : **I011 20 1159**

Skripsi ini Telah Diperiksa dan Disetujui oleh :


Prof. Dr. Ir. Ambo Ako, M.Sc., IPU
Pembimbing Utama


Dr. Sutomo, S.Pt., M.Si
Pembimbing Pendamping


Dr. Agr. Ir. Renny Fatmyah Utamy, S. Pt., M. Agr., IPM
Ketua Program Studi

Tanggal Lulus : **05 Juli 2024**

RINGKASAN

Suharman I011201159. Produksi dan Kualitas Fisik Susu Sapi *Friesian Holstein* yang Disuplementasi Ekstrak Tepung Cangkang Telur Sebagai Sumber Mineral. Pembimbing Utama: **Ambo Ako** dan Pembimbing Anggota: **Sutomo**.

Cangkang telur merupakan salah satu bahan alternatif sebagai sumber kalsium yang dapat mengganti mineral komersil karena mengandung kalsium tinggi, untuk mengoptimalkan kalsium dalam cangkang telur dapat menggunakan metode ekstraksi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui produksi dan kualitas fisik susu sapi FH dengan suplementasi ekstrak tepung cangkang telur sebagai sumber kalsium. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dimana menggunakan sapi FH laktasi sebanyak 15 ekor yang terdiri atas 3 perlakuan dan masing-masing 5 ulangan dengan perlakuan P1= mineral komersil; P2 = tepung cangkang telur; dan P3 = ekstrak tepung cangkang telur. Parameter yang diuji meliputi produksi susu, potensial hidrogen (pH), berat jenis (BJ), dan viskositas susu. Penelitian ini menunjukkan perlakuan tidak berpengaruh nyata ($P > 0,05$) terhadap produksi susu, pH, berat jenis, dan viskositas. Meskipun demikian produksi susu, pH, berat jenis dan viskositas berada pada kisaran normal sesuai SNI. Sehingga ekstrak tepung cangkang telur dapat dimanfaatkan sebagai sumber mineral kalsium pada pakan sapi perah FH.

Kata kunci: Ekstrak Tepung Cangkang Telur, Kualitas, Produksi, Sapi Laktasi

SUMMARY

Suharman. I011 20 1159. Production and Physical Quality of Holstein Friesian Cow Milk Supplemented with Eggshell Flour Extract as a Mineral Source. Supervisor: **Ambo Ako** dan Co-supervisor: **Sutomo**.

Egg shells are an alternative material as a source of calcium which can replace commercial minerals because they contain high levels of calcium. To optimize the calcium in egg shells you can use the extraction method. The aim of this research was to determine the production and physical quality of FH cow's milk with eggshell flour extract supplementation as a source of calcium. This research used a Completely Randomized Design (CRD) which used 15 lactating FH cows consisting of 3 treatments and 5 replications each with treatment P1 = commercial mineral; P2 = egg shell flour; and P3 = egg shell flour extract. Parameters tested include milk production, hydrogen potential (pH), specific gravity (BJ), and milk viscosity. This research showed that the treatment had no significant effect ($P > 0.05$) on milk production, pH, specific gravity and viscosity. However, milk production, pH, specific gravity and viscosity are within the normal range according to SNI. So egg shell flour extract can be used as a source of calcium minerals in FH dairy cattle feed.

Keywords: Eggshell Flour Extract, Quality, Production, Lactating Cows

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji Syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan karunianya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Makalah Hasil Penelitian ini dengan segala keterbatasan. Berbagai kesulitan yang dihadapi penulis dalam penyusunan makalah ini, namun berkat dukungan dan doa dari berbagai pihak sehingga kesulitan yang dihadapi penulis dapat dilewati dengan mudah. Terima kasih terucap bagi segenap pihak yang telah meluangkan waktu, pemikiran dan tenaganya sehingga penyusunan Makalah Hasil Penelitian ini selesai. Oleh sebab itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak **Prof. Dr. Ir. Ambo Ako, M.Sc., IPU** selaku pembimbing utama dan **Dr. Sutomo, S.Pt., M.Si**, selaku pembimbing anggota, yang telah meluangkan banyak waktu dan perhatiannya untuk membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyusun makalah ini.
2. Ibu **Dr. Agr. Ir. Renny Fatmyah Utamy, S.Pt., M.Agr., IPM**, dan Ibu **Prof. Dr. Fatma Marudin, S.Pt., M.P.** selaku dosen pembahas, yang telah meluangkan banyak waktu dan perhatiannya untuk memberikan masukan dalam makalah ini.
3. **Amir** dan **Darasia** sebagai orang tua penulis yang selalu mendukung anaknya untuk terus melanjutkan kuliahnya dan belajar dengan benar untuk mencapai masa depan yang indah. Saudara kandung penulis kakak **Nur Lelah** dan adik **Siti Sahrah** yang selalu memberikan semangat dan memanjatkan do'a untuk penulis dalam menyelesaikan makalah ini.

3. **Ikhwana Ramadhani** selaku penyemangat saya ucapkan banyak terima kasih.
4. **TIM ASISTEN LABORATORIUM TERNAK PERAH** yang telah banyak memberikan bantuan kepada penulis.
5. Teman Seperjuangan **CROWN 20** dan **HIMAPROTEK-UH** terima kasih atas segala bantuannya dalam penyelesaian makalah ini.
6. **TEMAN TIM PENELITIAN** Terima kasih atas segala waktu yang telah diluangkan dan bantuannya dalam penyusunan makalah ini.

Penulis menyadari bahwa penyusunan Makalah Usulan Penelitian ini tidak lepas dari kekurangan dan kesempurnaan, untuk itu penulis memohon maaf atas kekurangan tersebut. Maka dari itu, penulis berharap masukan dari semua pihak dan semoga makalah ini bermanfaat bagi pembaca.

Makassar, 22 Juli 2024



Suharman

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	i
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Pakan.....	5
2.2. Kalsium.....	6
2.3. Tepung Cangkang Telur	7
2.4. Produksi Susu.....	8
2.5. Kualitas Fisik Susu.....	10
BAB III. METODE PENELITIAN.....	12
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian.....	12
3.2. Materi Penelitian	12
3.3. Tahapan dan Prosedur Penelitian	12
3.3.1 Rancangan Percobaan.....	12
3.3.2 Prosedur Penelitian.....	13
3.3.3 Parameter yang Diamati	15
3.4. Analisis Data.....	16
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	17
4.1. Produksi Susu	17
4.2. Kualitas Fisik Susu	19
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	21
5.1. Kesimpulan.....	22
5.2. Saran	22
DAFTAR PUSTAKA	23
LAMPIRAN	26
BIODATA PENELITI	33

DAFTAR TABEL

No	Halaman
1.	Kandungan Kalsium Bahan Sumber Mineral 13
2.	Rata-rata potensial hidrogen (pH), berat jenis susu (BJ) dan viskositas susu sapi perah <i>Friesan Holstein</i> yang disuplementasi Ekstrak Tepung Cangkang Telur..... 19

DAFTAR GAMBAR

No	Halaman
1. Diagram alir pembuatan ekstrak tepung cangkang telur.....	13
2. Implementasi ekstrak tepung cangkang telur	14
3. Produksi susu sapi FH yang disuplementasi ekstrak tepung cangkang telur sebagai sumber kalsium.....	17

DAFTAR LAMPIRAN

No	Halaman
1. Hasil analisis statistik.....	27
2. Dokumentasi	31

BAB I

PENDAHULUAN

Susu merupakan produk utama dari sapi perah yang memiliki nilai gizi yang tinggi dan menjadi bahan makanan masyarakat Indonesia dari tahun ke tahun. Hasil produksi susu mampu menyediakan nutrisi penting bagi kesehatan manusia, termasuk protein, kalsium, dan vitamin. Meskipun sangat banyak manfaatnya, konsumsi susu dan produk-produk olahan susu oleh masyarakat Indonesia masih rendah (Prasetyo, 2016). Tingkat konsumsi susu di Indonesia dapat dikatakan masih rendah jika dibandingkan dengan negara-negara lain (Putri dan Karmini, 2023). Sapi perah merupakan ternak yang berkontribusi besar dalam penyediaan susu. Salah satu jenis sapi perah yang banyak dikembangkan di Indonesia dalam industri peternakan susu adalah sapi perah *Friesian Holstain* (FH). Sapi jenis ini merupakan jenis sapi yang berasal dari persilangan antara sapi *fresian* dan *holstain*. Sapi ini dikenal karena memiliki kemampuan memproduksi susu yang tinggi dibanding dengan jenis sapi perah lainnya.

Secara umum, produksi dan kualitas susu sapi perah di Indonesia masih di bawah standar. Untuk meningkatkan produksi dan kualitas susu sapi di Indonesia dapat dilakukan dengan manajemen perbaikan pakan. Kandungan nutrisi dalam pakan akan sangat mempengaruhi peningkatan produksi dan kualitas susu yang dihasilkan.

Pakan merupakan aspek terpenting dalam usaha peternakan. Pakan menjadi salah satu hal yang sangat penting dalam menentukan keberhasilan usaha peternakan. Kandungan dalam pakan harus memenuhi kebutuhan ternak baik reproduksi maupun produktivitas ternak. Ternak sapi perah memerlukan nutrisi

yang cukup dalam memproduksi susu sehingga diperlukan pakan yang mampu memenuhi kebutuhannya. Susu dengan produksi dan kualitas yang baik dipengaruhi oleh kandungan nutrisi dari pakan yang dikonsumsi ternak (Christi dkk., 2022). Pakan yang diberikan pada sapi perah biasanya terdiri dari rumput dan konsentrat.

Pakan yang diberikan pada sapi perah biasanya terdiri dari rumput, konsentrat, dan pakan tambahan. Rumput menjadi sumber pakan utama yang kaya serat dan nutrisi. Nutrisi yang diperoleh dari rumput membantu meningkatkan produksi susu, sedangkan pakan konsentrat berperan dalam mempengaruhi jumlah produksi susu dan kandungan laktosa serta protein susu. Pembuatan konsentrat diperlukan tambahan mineral yang cukup. Mineral mampu mempertahankan tingkat produktivitas serta berperan dalam menjaga kesehatan ternak. Menurut Permana dkk. (2020) Penambahan mineral pada pakan akan membantu mencukupi kebutuhan ternak yang tidak maksimal.

Kebutuhan mineral sapi perah yang sedang memproduksi susu yang perlu diperhatikan adalah kecukupan unsur kalsium (Ca), fosfor (P) dan magnesium (Mg). Mineral sangat dibutuhkan oleh ternak sapi perah walaupun dalam jumlah yang sedikit. Kekurangan jumlah mineral pada ternak sapi perah produktif susu dapat menyebabkan ternak terserang penyakit. Selain itu, kekurangan mineral makro seperti Ca dalam pakan menurut Ako (2013) dipercaya sebagai salah satu penghambat produktivitas sapi perah. Salah satu sumber mineral yang dapat diperoleh yaitu pada cangkang telur.

Cangkang telur memiliki kandungan mineral yang tinggi. Wahidin dkk., (2021) menyatakan bahwa rata-rata kadar kalsium sebanyak 32.8% dari 16

cangkang telur dengan proses strerilisasi (autoklaf). Ca yang terkandung dalam cangkang telur ayam berbentuk kalsium karbonat (CaCO_3) (Hasibuan dkk., 2021). Mineral yang terkandung dalam cangkang telur dapat di peroleh dengan melalui cara ekstraksi. Ekstraksi dapat diartikan sebagai kegiatan pemisahan kandungan kimia yang dapat larut sehingga terpisah dari bahan yang tidak dapat larut dengan pelarut yang sesuai (Saputra dan Yulian, 2020). Cangkang telur perlu diekstrak untuk memisahkan kandungan Ca dengan CO_3 dalam kulit cangkang telur. Kandungan Ca yang masih berikatan dengan CO_3 membentuk ikatan CaCO_3 diduga tidak dapat di degradasi secara maksimal oleh ternak di dalam rumen sehingga penyerapannya di usus halus rendah, yang berdampak pada rendahnya produksi susu dan kualitas susu (Silvi, 2018). Evaluasi produksi dan kualitas susu sapi perah dapat dilakukan dengan mengukur produksi susu dan kualitas susu.

Evaluasi produksi dan kualitas susu sapi perah dapat dilakukan dengan mengukur produksi susu setiap pagi dan sore, mengukur pH, BJ, dan viskositas. Penelitian ini dapat membantu dalam menambah informasi mengenai pemanfaatan ekstrak tepung cangkang telur sebagai sumber kalsium yang lebih efektif dan dapat meningkatkan produksi dan kualitas susu. Dengan adanya parameter yang di uji diharapkan hasil dari parameter dapat bermanfaat untuk pengembangan ilmu pengetahuan khususnya pada peningkatan produksi dan kualitas susu. Selain itu, informasi terkait dengan suplementasi ekstrak tepung cangkang telur masih belum ada. Hal inilah yang melatar belakangi dilaksanakannya penelitian mengenai Produksi dan Kualitas Susu Sapi *Friesian Holstein* yang Disuplementasi Ekstrak Tepung Cangkang Telur Sebagai Sumber Kalsium.

Pemenuhan mineral oleh peternak masih menggunakan mineral komersil yang banyak dijual di pasaran namun harga yang relatif mahal. Disisi lain terdapat limbah cangkang telur yang memiliki kandungan Ca yang tinggi sehingga dapat dijadikan sebagai pakan alternatif. Cangkang telur sangat banyak ditemui dan menjadi salah satu limbah peternakan yang melimpah. Untuk memperoleh mineral dalam cangkang telur dapat dilakukan dengan ekstraksi. Ekstraksi bertujuan untuk memisahkan kandungan Ca dalam kulit telur dengan zat lainnya sehingga ternak dapat lebih memaksimalkannya.

Penelitian ini secara umum bertujuan untuk mengetahui produksi dan kualitas fisik susu sapi FH dengan suplementasi ekstrak tepung cangkang telur sebagai sumber Ca.

Kegunaan dari penelitian ini untuk menambah informasi pemanfaatan tepung cangkang telur yang telah diekstrak sebagai sumber Ca untuk meningkatkan produksi dan kualitas susu sapi FH.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pakan

Pakan merupakan salah satu faktor penting yang menentukan keberhasilan peternakan sapi perah. Tingkat produksi susu yang relatif rendah di Indonesia lebih banyak dipengaruhi oleh faktor pakan yang kurang memadai. Hal ini disebabkan pakan hijauan dan konsentrat yang cukup potensial belum di manfaatkan secara optimal (Ako, 2012).

Pakan yang diberikan berupa hijauan dan konsentrat. Hijauan yang merupakan sumber utama (serat) dapat diberikan berupa jerami padi, rumput gajah, dan sebagainya. Pakan berupa rumput bagi sapi dewasa umumnya diberikan sebanyak 10% dari bobot badan (BB). Konsentrat merupakan pakan penguat dan diberikan sebanyak 3% bahan kering (BK) dari BB. Sapi yang sedang menyusui (laktasi) memerlukan pakan dengan standar protein kasar (PK) 17% dan total digestible nutrient (TDN) 70-80% (Anneahira, 2011).

Tujuan pemberian pakan pada sapi perah adalah untuk menyediakan ransum yang ekonomis, dapat memenuhi kebutuhan hidup pokok, kebuntingan, produksi susu induk, serta kebutuhan untuk pertumbuhan bagi ternak yang masih muda. Agar produksi susu terpenuhi secara optimal, maka pakan harus tersedia dengan cukup, baik kualitas maupun kuantitasnya. Dalam hal ini, terpenuhinya kecukupan gizi sesuai dengan kebutuhan ternak, tidak kekurangan atau kelebihan (Ako, 2012).

Salah satu nutrisi yang diperlukan ternak sapi FH adalah mineral terutama kalsium (Ca). Ketidakseimbangan makro mineral maupun mikro mineral dalam

pakan ternak akan menyebabkan timbulnya penyakit-penyakit akibat kekurangan ataupun kelebihan mineral. Penyakit-penyakit yang timbul antara lain pneumonia, diare, anoreksia, patah tulang, kulit kering, dan bersisik, gangguan sistem reproduksi, pencernaan maupun pernapasan. Ca berperan sangat penting pada ternak sapi perah dan kebutuhan tertinggi terhadap kalsium ini terutama pada masa laktasi, kisaran kadar Ca normal pada sapi adalah 9 -12 mg/dL (Wulansari dkk., 2017).

2.2. Kalsium

Ca dalam tubuh sangat penting sehubungan dengan peranannya dalam pembentukan tulang dan gigi, proses fisiologis dan biokimiawi di dalam tubuh. Di dalam cairan ekstraselular dan intraselular Ca memegang peranan penting dalam mengatur fungsi sel, seperti untuk transmisi saraf, kontraksi otot, penggumpalan darah, dan menjaga permeabilitas membran sel. Ca juga mengatur pekerjaan hormon-hormon dan faktor pertumbuhan (Pujiastari, 2015).

Ca paling banyak diserap oleh usus halus, terutama pada bagian duodenum dan jejunum. Penyerapan Ca dapat melalui transport aktif maupun transport pasif atau difusi. Penyerapan Ca melalui usus ternak disesuaikan dengan kebutuhannya, sebagai contoh, sapi yang berusia muda dengan kebutuhan Ca tinggi akan menyerap Ca lebih banyak dibandingkan dengan sapi yang lebih tua dengan kebutuhan yang lebih sedikit. Kebutuhan nutrient dipengaruhi oleh beberapa hal antara lain tingkat pertumbuhan, ukuran tubuh ternak, lingkungan, keturunan, penyakit, parasit, jenis ternak, ketidakserasian nutrient, dan kekurangan nutrien. Penyerapan Ca bergantung pada kelarutannya dan hubungan dengan membran

absorpsi. Daya larut dan penyerapan Ca juga dipengaruhi oleh keadaan pH pada usus halus (Koloud, 2022).

Metabolisme dimulai dari hormon paratiroid, Mg membantu untuk merangsang pengeluaran hormon paratiroid, hormon paratiroid merangsang hati untuk mengubah vitamin D menjadi 25 hidroksi vit D kemudian 25 hidroksi vit D diubah menjadi 1,25 dihidroksi vit D pada ginjal, 1,25 dihidroksi vit D inilah yang membantu mobilisasi Ca dari saluran pencernaan yang telah diserap atau diabsorpsi dan kemudian masuk ke darah dan untuk mobilisasi Ca ke tulang itu dibantu oleh hormon paratiroid secara langsung, karena Ca yang masuk dalam tubuh 99 % tersimpan di tulang dan 1% tersebar di dalam darah dan jaringan lunak. Salah satu sumber kalsium dapat diperoleh dari kulit cangkang telur (Oko dan Feri, 2019).

2.3. Tepung Cangkang Telur

Tepung cangkang telur ayam merupakan tepung yang dihasilkan dari pemanfaatan limbah cangkang telur ayam yang diproses dengan pembersihan, pemasakan, pengecilan ukuran, pengovenan, penggilingan, dan pengayakan pada cangkang. Cangkang telur ayam yang membungkus telur memiliki berat 9-12% dari berat telur total dan mengandung berbagai macam mineral, komposisi cangkang telur secara umum terdiri atas air (1,6%) dan BK (98,4%) (Oko dan Feri, 2019).

Cangkang telur sangat banyak ditemui dan menjadi salah satu limbah peternakan yang melimpah khususnya industri pengolahan bakery maupun aneka olahan makanan lainnya yang tanpa disadari setiap harinya menghasilkan limbah cangkang telur yang biasanya tidak dimanfaatkan. Padahal, cangkang telur

mengandung protein, karbohidrat, dan mineral berupa Ca. Salah satu pemanfaatan kulit telur yaitu mengolahnya menjadi pakan ternak (Khaerunnisa, 2018).

Pada cangkang telur, mineral Ca masih berikatan dengan CO_3 membentuk ikatan CaCO_3 (Oko dan Feri, 2019). Sedangkan, mineral Ca hanya dapat diserap usus dalam bentuk Ca^{2+} . Jumlah CaCO_3 yang dapat diserap tubuh hanya 22,5% (Shkemi dan Huppertz, 2022). Penelitian sebelumnya menyatakan bahwa penggunaan tepung cangkang telur sebagai sumber mineral Ca menunjukkan kadar kalsium darah yang lebih rendah dibandingkan penggunaan mineral komersil (Figri, 2023). Sehingga tepung cangkang telur sebaiknya di ekstrak agar mudah diabsorpsi. Metode ekstraksi tepung cangkang telur dapat menggunakan asam asetat. Disamping itu metode ekstraksi kulit telur juga berpengaruh terhadap kadar Ca seperti yang dilaporkan oleh Puspitasari, (2009) bahwa ada perbedaan karakteristik hasil ekstraksi cangkang telur yang menggunakan asam dan yang tidak. Saragih (2018) menyatakan bahwa hasil dari ekstrak tepung cangkang telur membentuk kalsium asetat $\text{Ca}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2$.

2.4. Produksi Susu

Susu sapi perah FH merupakan salah satu jenis susu yang memiliki nilai gizi tinggi. Susu menjadi bahan pangan yang sangat penting dalam mencukupi kebutuhan gizi masyarakat, karena komposisi kimia yang terdapat pada susu yaitu lemak 3,8%, protein 3,2%, laktosa 4,7%, abu 0,855, air 87,25%, dan bahan kering 12,75%. Susu sebagai salah satu sumber protein hewani yang dibutuhkan oleh generasi muda terutama usia sekolah (Utomo dan Pertiwi, 2010).

Produksi susu dipengaruhi oleh pakan yang diberikan, pakan yang dikonsumsi akan diserap oleh darah kemudian disintesis dalam kelenjer ambing.

Kualitas dan jumlah nutrisi yang terkandung dalam pakan dapat mempengaruhi kesehatan hewan dan kinerja produksi susu mereka. Pakan yang mengandung nutrisi yang tepat, seperti protein, karbohidrat, lemak, vitamin, dan mineral, dapat meningkatkan produksi susu. Pemberian pakan dalam jumlah banyak dapat meningkatkan produksi, tetapi jenis pakan dapat mempengaruhi komposisi susunya (Rokhayati dan Pateda, 2022).

Peningkatan produksi ternak sapi perah sangat erat kaitannya dengan kegiatan penyediaan pakan yang berkualitas. Kalsium berperan sangat penting pada ternak sapi perah dan kebutuhan tertinggi terhadap kalsium ini terutama pada masa laktasi, kisaran kadar kalsium normal pada sapi adalah 9-12 mg/dL. Hipokalsemia merupakan kasus kekurangan kalsium yang dapat terjadi dalam bentuk klinis atau subklinis. Hipokalsemia klinis yang disebut dengan *Milk fever* ditandai dengan penurunan kadar kalsium secara drastis dan berada pada kisaran 3-5 mg/dL, secara klinis hewan ambruk tidak dapat bangkit menyebabkan ternak tidak produktif sehingga produksi susu akan turun (Wulansari dkk., 2017). Pemberian kalsium pada ternak secara nyata dapat meningkatkan produksi susu.

Pada proses pembentukan air susu banyak memerlukan unsur kalsium. Unsur kalsium ini diambil dari aliran darah oleh alveol-alveol kelenjar susu. Bila kadar kalsium di dalam darah turun karena kekurangan asupan kalsium, akan menyebabkan penurunan produksi susu dan air susu mengandung sedikit mineral kalsium, usaha untuk meningkatkan kandungan kalsium di dalam air susu tidak selalu berhasil sebab adanya keseimbangan antara kalsium dalam darah dengan kalsium dalam tulang (Wirjaathadja, 1986).

2.5. Kualitas Fisik Susu

Kualitas susu sapi merupakan bagian penting dalam produksi dan penanganan susu. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi kualitas fisik susu, diantaranya yaitu pH, Berat Jenis, dan Viskositas.

2.5.1 Potensial Hidrogen (pH)

pH susu adalah ukuran tingkat keasaman atau kebasaan dari susu. Nilai pH berkisar dari 0-14, di mana pH 7 dianggap netral, pH kurang dari 7 menunjukkan keasaman, dan pH lebih dari 7 menunjukkan kebasaan. Susu alami cenderung bersifat sedikit asam dengan pH sekitar 6,6-6,8. pH susu dapat menjadi acuan dalam menilai kualitas susu, kualitas yang menjadi pertimbangan adalah kandungan mikroba dalam susu dan berkaitan erat pula dengan derajat keasaman susu yang diakibatkan oleh jumlah mikroba susu (Athar, 2023).

Penting untuk memahami pH susu karena hal ini dapat mempengaruhi rasa, tekstur, dan kestabilan produk susu. Selain itu, pH juga dapat mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme, termasuk bakteri yang dapat mempengaruhi kesegaran dan keselamatan produk susu. Tujuan dari uji pH adalah mengetahui tingkat keasaman susu sehingga dapat memperkirakan tingkat kualitas dan keamanan susu untuk dikonsumsi (Mutaqin., 2021).

2.5.2. Berat Jenis Susu (BJ)

BJ susu adalah ukuran dari kepadatan atau konsentrasi susu. Ini adalah rasio antara massa susu dengan volume yang ditempati. Satuan umum untuk BJ adalah gram per sentimeter kubik (g/cm^3) atau kilogram per liter (kg/L). BJ susu segar dari sapi berkisar antara lain 1,028-1,033 (Badan Standar Nasional,

2011). BJ susu ditentukan oleh jumlah komponen nutrient secara keseluruhan kecuali air (Christi dkk., 2022).

Ada beberapa faktor yang menyebabkan perubahan BJ pada susu yaitu butiran-butiran lemak (globula), laktosa, protein dan mineral. Susu yang telah bercampur dengan air, maka BJ-nya akan mengalami penurunan. Kenaikan BJ susu disebabkan karena adanya pelepasan oksigen (CO₂) dan nitrogen (N₂) yang terdapat pada susu tersebut (Wirjatmadja dkk., 2020).

2.5.3. *Viskositas Susu*

Viskositas susu mengacu pada kemampuan susu untuk mengalir atau mengalami deformasi internal ketika dikenai gaya geser. Ini adalah parameter penting dalam industri susu karena dapat mempengaruhi berbagai aspek produksi dan pengolahan. Dalam sistem Satuan Internasional (SI), viskositas dinyatakan dalam Pa.s (pascal-second), Sedangkan dalam sistem *centimeter gram second* (CGS) dinyatakan dalam centipoises/cP ($cP = 0,01 P$). Standar viskositas susu berkisar 1,5-2,0 (Sunardi dkk., 2023).

Viskositas dan berat jenis merupakan sifat fisik susu yang dipengaruhi oleh komposisi susu, nilai protein, dan lemak susu. Viskositas susu akan meningkat diikuti meningkatnya berat jenis susu. Semakin kental susu maka semakin banyak jumlah padatan di dalam susu yang akan meningkatkan berat jenis susu. Oleh karena itu, viskositas dan berat jenis selalu berbanding positif. Faktor lainnya bisa disebabkan oleh tekanan berupa goncangan, karena goncangan dapat menyebabkan penurunan viskositas pada sampel (Sunardi dkk., 2023).