

**NILAI HEMATOLOGI DAN KADAR KALSIUM DARAH SAPI  
PERAH *FRIESIAN HOLSTEIN* (FH) LAKTASI YANG  
DISUPLEMENTASI EKSTRAK TEPUNG CANGKANG  
TELUR SEBAGAI SUMBER MINERAL**

**SKRIPSI**

**RAFRIANI ISNAINI ANSAR  
I011 20 1094**



**FAKULTAS PETERNAKAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2024**

**NILAI HEMATOLOGI DAN KADAR KALSIUM DARAH SAPI  
PERAH *FRIESIAN HOLSTEIN* (FH) LAKTASI YANG  
DISUPLEMENTASI EKSTRAK TEPUNG CANGKANG  
TELUR SEBAGAI SUMBER MINERAL**

**SKRIPSI**

**RAFRIANI ISNAINI ANSAR  
I011 20 1094**

**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 : Rafriani Isnaini Ansar

NIM : 1011201094

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang saya tulis dengan judul: **Nilai Hematologi dan Kadar Kalsium Darah Sapi Perah *Friesian Holstein* (FH) Laktasi 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, Juli 2024

Peneliti



Rafriani Isnaini Ansar


## HALAMAN PENGESAHAN

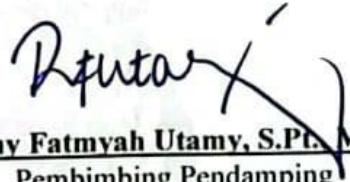
**Judul Skripsi** : Nilai Hematologi dan Kadar Kalsium Darah Sapi Perah *Friesian Holstein* (FH) Laktasi yang Disuplementasi Ekstrak Tepung Cangkang Telur Sebagai Sumber Mineral

**Nama** : Rafriani Isnaini Ansar

**NIM** : 1011 20 1094

**Skripsi ini Telah Diperiksa dan Disetujui oleh :**

  
Dr. Hasbi, S. Pt, M. Si  
Pembimbing Utama

  
Dr. Agr. Ir. Renny Fatmyah Utamy, S.Pt., M.Agr.,IPM  
Pembimbing Pendamping



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

Tanggal Lulus : 12 Juli 2024

## ABSTRAK

**Rafriani Isnaini Ansar** I011201094. Nilai Hematologi dan Kadar Kalsium Darah Sapi Perah *Friesian Holstein* (FH) Laktasi yang Disuplementasi Ekstrak Tepung Cangkang Telur Sebagai Sumber Mineral. Pembimbing Utama: **Hasbi** dan Pembimbing Pendamping: **Renny Fatmyah Utamy**.

Mineral sangat dibutuhkan sapi perah, meskipun tidak banyak hanya 1%, tetapi sumber mineral itu harus ada karena tidak diproduksi dalam tubuh ternak. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui nilai hematologi sel darah merah (SDM), sel darah putih (SDP), trombosit, dan kadar Ca darah sapi perah *Friesian Holstein* (FH) laktasi yang disuplementasi ekstrak tepung cangkang telur sebagai sumber mineral. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) menggunakan sapi FH laktasi sebanyak 15 ekor yang terdiri atas 3 perlakuan yaitu: T1= mineral komersil; T2 = tepung cangkang telur; dan T3 = ekstrak tepung cangkang telur. Parameter yang diukur dalam penelitian ini adalah jumlah SDM, jumlah SDP, jumlah trombosit dan kadar Ca darah. Penelitian ini menunjukkan perlakuan tidak berpengaruh nyata ( $P > 0,05$ ) terhadap SDM, SDP, trombosit, dan kadar Ca Darah. Nilai SDM, SDP, trombosit, dan kadar Ca darah pada penelitian ini berada pada kisaran normal. Kesimpulan penelitian ini adalah ekstrak tepung cangkang telur dapat dimanfaatkan sebagai sumber mineral kalsium pada pakan sapi perah FH.

Kata kunci: Ekstrak cangkang telur, *Friesian Holstein*, Hematologi, Kalsium, Mineral

## ABSTRACT

**Rafriani Isnaini Ansar** I011201094. Hematology Value and Blood Calcium Level of Lactating Friesian Holstein (FH) Dairy Cows Supplemented with Eggshell Meal Extract as Mineral Source. Main Supervisor: **Hasbi** and Co-advisor: **Renny Fatmyah Utamy**.

Minerals are needed by dairy cows, although not much only 1%, but the source of minerals must be present because it is not produced in the body of livestock. The purpose of this study was to determine the hematological value of red blood cells (HR), white blood cells (SDP), platelets, and blood Ca levels of Friesian Holstain (FH) dairy cows supplemented with eggshell flour extract as a mineral source. This study used a completely randomized design (CRD) using 15 lactating FH cows consisting of 3 treatments, namely: T1 = commercial mineral; T2 = eggshell meal; and T3 = eggshell meal extract. The parameters measured in this study were the number of HR, the number of SDP, the number of platelets and blood Ca levels. This study showed that the treatments had no significant effect ( $P > 0.05$ ) on HR, SDP, platelets, and blood Ca levels. The values of HR, SDP, platelets, and blood Ca levels in this study were in the normal range. The conclusion of this study is that eggshell meal extract can be utilized as a source of calcium mineral in FH dairy cattle feed.

Keywords: Eggshell extract, Friesian Holstain, Hematology, Calcium, Mineral

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

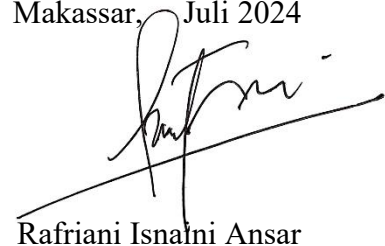
Puji syukur Penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan makalah usulan penelitian ini. Berkat dukungan dan doa dari berbagai pihak sehingga yang dihadapi penulis dapat dilewati dengan mudah. Terima kasih terucap bagi segenap pihak yang telah meluangkan waktu, pemikiran dan tenaganya sehingga penyusunan makalah usulan penelitian ini selesai. Oleh sebab itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak **Dr. Hasbi. S. Pt., M. Si** selaku pembimbing utama dan Ibu **Dr. Agr. Ir. Renny Fatmyah Utamy, S.Pt., M.Agr., IPM** selaku pembimbing Pendamping, yang telah meluangkan banyak waktu dan perhatiannya untuk membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyusun makalah ini.
2. Orang tua penulis Bapak **Ansar (Alm)** dan Ibu **Irmawati** serta saudara penulis (**Musdalifah Ansar, S.Pd., Dian Fitrah Ansar, Dian Fitri Ansar, Ibnu Dzaky Ansar, Uwais Alfarizi Ansar**) yang selalu mendukung untuk terus melanjutkan kuliahnya dan belajar dengan benar untuk mencapai masa depan yang indah.
3. Bapak **Prof. Dr. Ir. Herry Sonjaya, DEA., DES** dan Ibu **drh. Farida Nur Yuliati, M. Si** selaku dosen pembahas yang telah meluangkan banyak waktu dan perhatiannya untuk memberikan masukan dalam makalah ini.

4. **Kak Zyahrul Ramadan, S.Pt** yang telah banyak membantu dan membimbing penulis dan tidak bosan-bosan membantu sehingga dapat menyelesaikan makalah ini.
5. **Tim Asisten Laboratorium Ternak Perah** yang telah banyak memberikan bantuan kepada penulis.
6. Teman seperjuangan **Crown20, APM 21 Himaprotek-UH, Kompas-UH** dan **Asmul geng** terima kasih atas segala bantuannya dalam penyelesaian makalah ini.
7. Teman seperjuangan **Nur Hasana Syarif, Miftahul Jannah, Viterah Niode S. Pt, Nur Amalia S.Pt, Indar Wati Bua Putri S. Pt, Nurul Azyikin Salman S. Pt, Survira Oktia Bahri, Reski Amalia, Nur Jannah AL-Tadom, Andi Raihana Jedi, Qibriyah, Raudatul Jannah, Sri Ulfia Rahmah, Fitria R, dan Fadhilah Putri Sari** yang telah banyak membantu penulis dan menguatkan penulis hingga bisa berada di tahap ini.
8. **Teman Tim Penelitian**, terima kasih atas segala waktu yang telah diluangkan dan bantuannya dalam penyusunan makalah ini.

Makalah usulan penelitian ini belum sempurna oleh karena itu saran untuk perbaikan makalah ini. Semoga makalah ini bermanfaat bagi pembaca.

Makassar, Juli 2024



Rafriani Isnalni Ansar



# DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR .....	ix
BAB I PENDAHULUAN .....	1
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	4
2.1 Hematologi Sapi FH.....	4
2.2 Sel Darah Merah .....	4
2.3 Sel Darah Putih .....	5
2.4 Trombosit .....	6
2.5 Pakan Sumber Kalsium.....	7
2.6 Kadar Ca darah.....	9
2.7 Metode Ekstraksi.....	10
BAB III METODE PENELITIAN .....	12
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	12
3.2 Rancangan Penelitian .....	12
3.3 Materi Penelitian .....	12
3.4 Prosedur Penelitian.....	13
3.5 Diagram alir Penelitian .....	14
3.6 Parameter Yang Diamati .....	15
3.7 Analisis Data .....	16
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	17
4.1 Sel Darah Merah (SDM).....	17
4.2 Sel Darah Putih (SDP) .....	19
4.3 Trombosit.....	20
4.4 Kadar Kalsium Darah .....	21
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan .....	26
5.2 Saran .....	26
DAFTAR PUSTAKA .....	27
LAMPIRAN.....	31
BIODATA PENELITI .....	41

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Nilai hematologi (SDM, SDP dan Trombosit) ternak sapi.....	6
Tabel 2. Kandungan mineral komersil, tepung cangkang telur, dan ekstrak tepung cangkang telur.....	13
Tabel 3. Nilai sel darah merah sapi perah <i>Friesian Holstein</i> laktasi yang disuplementasi ekstrak tepung cangkang telur .....	18
Tabel 4. Nilai sel darah putih sapi perah <i>Friesian Holstein</i> laktasi yang disuplementasi ekstrak tepung cangkang telur .....	20
Tabel 5. Nilai Trombosit sapi perah <i>Friesian Holstein</i> laktasi yang disuplementasi ekstrak tepung cangkang telur .....	22
Tabel 6. Nilai kadar Ca darah sapi perah <i>Friesian Holstein</i> laktasi yang disuplementasi ekstrak tepung cangkang telur .....	24

## DAFTAR GAMBAR

No	Halaman
1. Bagan alir pembuatan ekstrak tepung cangkang telur.....	15
2. Diagram alir tahapan penelitian .....	15

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

Sapi perah *Friesian Holstein* (FH) merupakan sapi yang berkontribusi besar dalam produksi susu dalam negeri, sapi ini berasal dari Belanda dengan produksi susu tinggi (Makin dan Suharwanto, 2012). Faktor yang mempengaruhi produksi susu sapi perah FH adalah manajemen pakan. Pakan ternak adalah asupan yang diberikan kepada ternak. Pakan merupakan aspek yang penting dalam peternakan karena 70% dari total biaya produksi adalah pakan. Pakan merupakan sumber energi utama untuk pertumbuhan, pembangkit tenaga, reproduksi, dan produksi bagi ternak (Marhama dkk., 2019). Kekurangan nutrisi dapat menyebabkan gangguan pada kesehatan ternak. Hematologi merupakan parameter sistem imun yang menentukan status kesehatan ternak, karena darah mempunyai komponen yang berfungsi sangat penting dalam pengaturan fisiologis tubuh (Septiarini dkk., 2020).

Salah satu sumber bahan baku sebagai konsentrat adalah mineral. Mineral terdiri atas mineral makro dan mikro. Meskipun mineral yang dibutuhkan tidak banyak hanya 1%, tetapi sumber mineral itu harus ada karena tidak diproduksi dalam tubuh ternak. Selain itu sapi perah FH sangat membutuhkan mineral (NRC, 2001). Jenis pakan yang diberikan sapi perah dapat mempengaruhi produksi, kualitas susu sapi perah dan kesehatan. Nutrisi pakan juga sangat dibutuhkan oleh ternak pada sapi perah salah satu nutrisi yang sangat dibutuhkan adalah mineral kalsium (Ca). Mineral Ca adalah zat gizi yang tidak diproduksi oleh tubuh. Mineral Ca merupakan mineral yang mempunyai berbagai fungsi dalam tubuh antara lain dalam pembentukan tulang dan gigi, mengatur pembekuan darah, kontraksi otot,

transmisi impuls syaraf, metabolisme tubuh serta sebagai katalisator reaksi-reaksi biologis kalsium, dan zat besi dapat diperoleh dari susu. Kalsium dalam darah berfungsi sebagai koagulasi (Salu dkk., 2021).

Sumber Ca yang banyak digunakan peternak adalah mineral komersil namun harga mineral komersil tidak ekonomis dan ketersediannya terbatas sehingga dibutuhkan sumber mineral alternatif. Salah satu sumber mineral Ca yang berpotensi dimanfaatkan berasal dari cangkang telur. Produksi cangkang telur ayam per tahun mencapai 150.000 ton (Sitohang dkk., 2016). kandungan cangkang telur terdiri atas 97% kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ), sisanya fosfor (P), magnesium (Mg), natrium (Na), kalium (K), seng (Zn), mangan (Ma), besi (Fe), dan tembaga (Cu). Cangkang telur mengandung hampir 95,1% adalah garam-garam organik, 3,3% bahan organik (terutama protein), dan 1,6% air (Zulfita dan Raharjo, 2012).

Meskipun cangkang telur dalam bentuk tepung atau (tepung cangkang telur, TCT) berpotensi dijadikan sebagai sumber pakan dan tidak berpengaruh terhadap nilai hematologi sapi perah FH (Suba, 2022). Tetapi penggunaan TCT masih memiliki keterbatasan yakni masih rendahnya kemampuan terdegradasi menyebabkan rendahnya daya cerna sehingga membutuhkan metode untuk meningkatkan daya cerna melalui ekstraksi.

Penggunaan ekstrak TCT sebagai sumber Ca perlu dievaluasi terhadap kesehatan ternak. Salah satu indikator untuk mengevaluasi kesehatan ternak melalui pengamatan profil darah atau nilai hematologi. Salah satu indikator yang dapat dilihat dari nilai hematologi yakni total sel darah merah (eritrosit), sel darah putih (leukosit), dan keping darah (trombosit). Total eritrosit, leukosit, dan trombosit di dalam darah yang dipengaruhi oleh gizi pakan yang diberikan kepada ternak

(Septiarini dkk., 2020). Selain itu, kecukupan konsumsi mineral Ca dapat diketahui dengan pengukuran kadar Ca dalam darah. Informasi terkait penggunaan cangkang telur sebagai sumber calcium terhadap nilai hematologi dan kadar Ca darah masih kurang. Hal inilah yang melatarbelakangi dilakukannya penelitian ini terkait Nilai Hematologi dan Kadar Ca Darah Sapi Perah *Friesian Holstein* yang Disuplementasi Ekstrak Tepung Cangkang Telur Sebagai Sumber Mineral.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai hematologi (sel darah merah (SDM), sel darah putih (SDP), dan trombosit) dan kadar Ca darah sapi perah FH yang disuplementasi ekstrak tepung cangkang telur sebagai sumber mineral. Kegunaan dari penelitian ini untuk menambah informasi terkait pemanfaatan ekstrak tepung cangkang telur sebagai sumber mineral Ca pada sapi perah FH terhadap nilai hematologi kadar Ca darah.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Hematologi Sapi FH**

Hematologi merupakan salah satu bidang studi yang mempelajari tentang darah dan gangguan darah (Zahroh dan Istiroha, 2019). Sel darah terdiri dari eritrosit (sel darah merah), leukosit (sel darah putih), trombosit (sel pembeku darah). Pemeriksaan hematologi adalah pemeriksaan yang bertujuan untuk mengetahui kelainan dari kuantitas dan kualitas sel darah merah, sel darah putih dan trombosit serta menguji perubahan yang terjadi pada plasma yang terutama berperan pada proses pembekuan darah (Nugraha, 2017).

Darah adalah salah satu indikator yang menggambarkan kondisi fisiologis sapi perah. Darah berfungsi pada metabolisme nutrisi karena sebagai alat transportasi nutrisi, selain itu darah berperan dalam menjaga imun ternak. Proses metabolisme tubuh sapi perah meliputi proses transportasi nutrisi dan proses biosintesis nutrisi menjadi produk berupa energi, daging dan susu. Proses transportasi sangat ditentukan oleh aliran darah terutama peran eritrosit. Pemberian pakan dengan kandungan nutrisi lengkap akan menstimulasi peningkatan kadar-kadar hematologi (Januardani dkk., 2023).

##### **2.1.1 Sel darah Merah**

Sel darah merah (SDM) merupakan komponen darah yang jumlahnya paling banyak, memiliki bentuk cakram bikonkaf yang tidak berinti, cekung pada kedua sisinya dan berdiameter kira-kira 7,8 mikrometer dan dengan ketebalan pada bagian yang paling tebal 2,5 mikrometer dan pada bagian tengah 1 mikrometer atau kurang

(Purwanti dkk, 2011). Sel darah merah (SDM) mengandung hemoglobin dan berfungsi sebagai transpor oksigen (Sonjaya, 2013).

Fungsi SDM adalah mengangkut oksigen ke jaringan dan mengembalikan karbon dioksida dari jaringan ke paru-paru. Jumlah SDM dibawah nilai normal menunjukkan sapi mengalami anemia. Menurut Fransond (1993) anemia terjadi karena pembentukan darah yang kurang mencukupi karena gizi tidak baik termasuk adanya defisiensi zat fe, Cu, vitamin dan asam amino di dalam pakan dari sapi diperiode kering kandang. Dapat juga disebabkan karena pendarahan dari luka, parasit-parasit cacing (endoparasit) atau karena sel-sel darah merah tidak berhasil menjadi masuk secara normal.

### **2.1.2 Sel Darah Putih**

Sel darah putih (SDP) berfungsi sebagai salah satu sistem pertahanan tubuh untuk melawan infeksi gangguan yang umum mempengaruhi SDP adalah karena infeksi bakteri dan virus, penyakit kronis serta leukemia atau kanker darah karena sel darah putih menjadi ganas dan berkembang di dalam sumsum tulang. Gangguan-gangguan lainnya adalah limfoma *multiple myeloma* dan sindrom mielodisplasia (Zohrah dan Istiroha , 2019)

Sel darah putih (SDP) memiliki proporsi hanya 1% dari total darah di dalam tubuh, namun memiliki fungsi yang sangat penting dalam sistem kekebalan tubuh (Akers dan Denbow 2008). Kekurangan SDP disebut leukopenia dan kelebihan jumlah SDP dari kadar normal disebut leukositosis. Peningkatan jumlah SDP menunjukkan adanya proses infeksi atau radang akut seperti penyakit pneumonia, meningitis, apesdiktitis, tuberculosis dll. Penurunan jumlah SDP



menunjukkan adanya infeksi tertentu terutama mikroorganisme (Nia, Gita dan Mardina, 2019).

### 2.1.3 Trombosit

Trombosit dikenal juga sebagai keping darah sel darah ini berfungsi untuk membantu proses pembekuan darah perubahan jumlah trombosit dapat dipengaruhi oleh berbagai hal ketika jumlah trombosit meningkat kondisi tersebut dikenal dengan trombositosis. Sedangkan jumlah trombosit yang menurun disebut juga trombositopenia beberapa kondisi yang bisa mempengaruhi jumlah trombosit diantaranya adalah *Idiopathic Trombocytopenic Pura* (ITP) dan juga demam berdarah dengue (Zahroh dan Istiroha, 2019)

Trombosit atau keping darah adalah elemen terkecil yang terdapat dalam darah. Trombosit mempunyai peran penting dalam hemostasis yaitu pembentukan dan stabilisasi sumbat trombosit. Fungsi utama trombosit adalah pembentukan sumbat mekanik selama respon hemostasis normal terhadap cedera vascular. Tanpa trombosit, dapat terjadi kebocoran darah spontan melalui pembuluh darah kecil. Untuk dapat terjadi hemostasis primer yang normal dan trombosit memenuhi tugasnya membentuk sumbat trombosit inisial, maka harus terdapat trombosit dalam jumlah memadai di dalam sirkulasi, dan trombosit tersebut harus berfungsi normal (Bira, 2016).

Tabel 1. Nilai hematologi (SDM, SDP dan Trombosit) ternak sapi

Komponen darah	Nilai Normal	Rujukan
Eritrosit	4,9–7,5 juta/ $\mu$ L	Jamili dkk.,2019
Leukosit	4.000–12.000 / $\mu$ L	Wisesa dkk., 2012
Trombosit	$24,6 \times 10^4$ – $30,6 \times 10^4$	Bira, 2016

## **2.2 Pakan Sumber Kalsium**

Pakan ternak menjadi faktor yang sangat penting dalam menunjang keberhasilan industri peternakan. Pakan ternak merupakan faktor biaya terbesar dalam kegiatan peternakan. Total biaya yang dibutuhkan kegiatan peternakan pada pakan ternak mencapai 70-80% biaya produksi (Hidayat dan Mukhlash, 2015). Selain itu, pakan ternak menjadi faktor dalam menunjang produktivitas ternak baik itu ternak unggas maupun ternak ruminansia (Susilawati dkk., 2022). Sapi perah mengkonsumsi pakan yang terdiri dari bahan pakan kasar (hijauan) dan bahan pakan pelengkap (konsentrat). Pakan yang diberikan pada sapi perah harus diperhatikan kualitas dan kuantitasnya, karena akan berpengaruh pada produksi susu. Umumnya nilai nutrisi yang terkandung dalam hijauan di daerah tropis rendah, sehingga diperlukan pakan penguat (konsentrat) untuk mencukupi kebutuhan ternak (Polii dkk., 2020).

Salah satu nutrisi yang sangat dibutuhkan oleh sapi perah FH adalah mineral. Mineral adalah bahan anorganik yang diperoleh dari bahan alam. Sumber mineral yang umum digunakan pada sapi perah berasal dari hijauan dan konsentrat dengan kualitasnya sangat bervariasi dan ketersediaannya sangat tidak stabil. Ransum dengan kandungan mineral terbatas baik mineral makro maupun mineral mikro menyebabkan gangguan terhadap aktivitas tubuh seperti menurunkan proses metabolisme dan fermentasi (Muhtarudin dan Liman, 2006). Tanuwiria dkk., (2005) mengemukakan bahwa kekurangan mineral makro dapat menyebabkan terjadinya penurunan produksi dan kualitas susu yang dihasilkan. Hal ini disebabkan karena mineral sangat menentukan keseimbangan asam basa atau

menentukan pH dalam rumen. Defisiensi mineral dapat menimbulkan turunnya pH akibat produksi asam lemak terbang yang terus-menerus.

Mineral makro seperti kalsium (Ca), pospor (P), kalium (K), dan klorin (Cl) serta mineral mikro seperti zink (Zn), mangan (Mn), dan tembaga (Cu). Mineral yang sangat dibutuhkan oleh sapi perah adalah Ca, Ca berperan sangat penting dalam metabolisme sapi perah FH dan masa laktasi. Kekurangan Ca dapat menjadi salah satu penyebab penyakit radang ambing (mastitis) dan *milk fever*. Hipokalsemia merupakan kasus defisiensi Ca yang dapat terjadi dalam bentuk klinis atau subklinis. Hipokalsemia klinis yang disebut dengan Milk fever ditandai dengan penurunan kadar Ca secara drastis. Kondisi hipokalsemia klinis maupun subklinis meningkatkan risiko kejadian mastitis subklinis, mastitis klinis, retensi plasenta, dan metritis. Mastitis adalah peradangan pada jaringan internal ambing yang sangat merugikan dengan akibat penurunan kualitas dan kuantitas susu (Timothy *et al.* 2011). Kalsium dalam darah berfungsi sebagai koagulasi (Salu dkk., 2021).

Penggunaan mineral komersil saat ini masih kurang digunakan oleh peternak karena cenderung mahal dan ketersediannya terbatas (menurut Khalil dkk., 2019). Sehingga perlu diperlukan bahan pakan yang dapat menggantikan mineral komersil. Salah satu bahan pakan yang berpotensi sebagai sumber mineral adalah tepung cangkang telur. Kandungan mineral cangkang telur berfungsi untuk pembentukan tulang dan otot serta proses metabolis energi dan karbohidrat pada ternak kalsium dari cangkang telur ini cukup tinggi, yaitu sebesar 93.80%. Pemanfaatan cangkang telur sebagai pakan dapat dilakukan dengan proses pengolahan menjadi tepung cangkang telur secara mikropartikel. Pakan

mikropartikel merupakan pakan yang memiliki diameter 10–1000nm. Penurunan ukuran partikel pakan yang lebih kecil/halus mampu memberikan pengaruh nyata terhadap peningkatan pencernaan pakan (Afriyanti dkk., 2019).

### **2.3 Kadar Kalsium Darah**

Komponen darah dalam tubuh memegang peranan penting dalam mempertahankan produktivitas ternak dan kesehatan ternak. Mineral Ca merupakan mineral yang sangat dibutuhkan oleh sapi untuk menjalankan fungsi-fungsi seperti neuromuskular (kontraksi otot), penyerapan usus, reabsorpsi ginjal, dan resorpsi tulang tertentu dalam tubuh. Ternak hanya dapat memperoleh kalsium dari pakan. Defisiensi Ca pada ternak dapat menyebabkan terjadinya hipokalsemia subklinis (Wulansari dkk., 2017).

Kalsium (Ca) merupakan elemen penting yang terlibat dalam banyak proses fisiologis pada sapi terutama fungsi neuromuskular (kontraksi otot) dan hal ini merupakan salah satu faktor terjadinya mastitis pada sapi perah. Rendahnya kadar kalsium dalam darah menyebabkan penurunan kontraksi otot salah satunya otot *spingter* puting yang bertanggung jawab dalam penutupan puting setelah pemerahan, sehingga beresiko terhadap kejadian mastitis. Selain itu rendahnya kadar kalsium akan mengganggu respon imun terhadap aktivasi oleh stimulus (Goff, 2008).

Sapi perah yang menderita hipokalsemia subklinis mengalami kesulitan dalam kontraksi otot termasuk otot *sphincter* puting. Otot *sphincter* puting terdiri dari otot-otot polos yang mengatur lubang puting untuk menutup dan membuka. Penurunan kekuatan dan laju kontraksi otot polos dapat terjadi pada saat hipokalsemia subklinis, sehingga menyebabkan lubang puting tidak menutup

dengan sempurna dan secara tidak langsung akan berpengaruh terhadap produktivitas ternak (Nusdianto, 2009).

Kalsium (Ca) 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 tumbang tidak dapat bangkit. Sapi perah dalam kondisi hipokalsemia subklinis memiliki kadar kalsium pada kisaran 5–8 mg/dL namun hewan tidak menunjukkan gejala klinis seperti yang terdapat pada kasus hipokalsemia klinis . Kondisi hipokalsemia klinis maupun subklinis meningkatkan risiko kejadian mastitis subklinis, mastitis klinis, retensi plasenta, metritis, dan pneumonia (Wulansari, 2017).

#### **2.4 Metode Ekstraksi**

Proses pengekstrakan cangkang telur ayam dengan menggunakan metode perendaman dengan larutan  $\text{CH}_3\text{COOH}$  menghasilkan tepung cangkang dengan kadar Ca yang cukup tinggi.  $\text{CaCO}_3$  pada cangkang ketika direaksikan dengan larutan  $\text{CH}_3\text{COOH}$  akan terurai. Selama proses berlangsung, sebagian kecil  $\text{CO}_3^{2-}$  ikut larut. Sebagian lagi akan mengendap dan membentuk amorf putih  $\text{CaCO}_3$  berbentuk kristal, sehingga reaksi berlangsung satu arah (Vogel 1985). Penggunaan larutan asam sebagai media perendaman mengakibatkan mineral yang awalnya berbentuk kompleks (berikatan dengan komponen lain) berubah menjadi bentuk sederhana (ion), sehingga akan lebih mudah larut. Dalam hal ini,  $\text{CH}_3\text{COOH}$

bertindak sebagai *enhancer* yaitu molekul atau senyawa yang mempengaruhi bentuk dan tingkat kelarutan mineral.