

**KADAR KALSIUM DAN MAGNESIUM SUSU SAPI PERAH
DISUPLEMENTASI EKSTRAK TEPUNG CANGKANG
TELUR SEBAGAI SUMBER MINERAL**

SKRIPSI

**SURVIRA OKTIA BAHRI
I011 20 1016**



**FAKULTAS PETERNAKAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

**KADAR KALSIUM DAN MAGNESIUM SUSU SAPI PERAH
DISUPLEMENTASI EKSTRAK TEPUNG CANGKANG TELUR
SEBAGAI SUMBER MINERAL**

SKRIPSI

**SURVIRA OKTIA BAHRI
I011201016**

**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 : Survira Oktia Bahri

NIM : I011 20 1016

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang saya tulis dengan judul: **Kadar Kalsium dan Magnesium Susu Sapi Perah 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, Agustus 2024

Peneliti



Survira Oktia Bahri

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Penelitian : Kadar Kalsium dan Magnesium Susu Sapi Perah
Disuplementasi Ekstrak Tepung Cangkang Telur Sebagai
Sumber Mineral

Nama : Survira Oktia Bahri

Stambuk : I011 20 1016

Skripsi ini telah diperiksa dan disetujui oleh:



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



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



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

Tanggal Lulus : 09 Agustus 2024

RINGKASAN

Survira Oktia Bahri I011201016. Kadar Kalsium dan Magnesium Susu Sapi Perah Disuplementasi Ekstrak Tepung Cangkang Telur Sebagai Sumber Mineral Pembimbing Utama: **Ambo Ako** dan Pembimbing Anggota: **Renny Fatmyah Utamy**.

Mineral khususnya kalsium merupakan nutrisi yang sangat dibutuhkan oleh sapi perah. Cangkang telur merupakan salah satu bahan alternatif sebagai sumber kalsium yang dapat mengganti mineral komersil karena mengandung Ca tinggi, untuk mengoptimalkan Ca dalam cangkang telur dapat menggunakan metode ekstraksi. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui kadar Ca dan Mg pada susu Sapi Perah FH yang disuplementasi ekstrak tepung cangkang telur. 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 kadar Ca dan Mg pada susu sapi perah FH. Penelitian ini menunjukkan perlakuan berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap kadar Ca pada susu sapi perah FH berada pada kisaran normal dan tidak berpengaruh ($P > 0,05$) terhadap Mg pada susu sapi perah FH. Sehingga tepung cangkang telur dan ekstrak tepung cangkang telur dapat dimanfaatkan sebagai sumber mineral komersil pada pakan sapi perah FH.

Kata kunci: Ekstrak Tepung Cangkang Telur, Kalsium, Magnesium, Sapi Perah FH.

SUMMARY

Survira Oktia Bahri I011201016. Calcium and Magnesium Levels of Dairy Milk Supplemented with Eggshell Flour Extract as a Mineral Source Main Supervisor: **Ambo Ako** and Member Supervisor: **Renny Fatmyah Utamy**.

Minerals, especially Calcium, are nutrients that are needed by dairy cows. Eggshell is one of the alternative materials as a source of calcium that can replace commercial minerals because it contains high Ca, to optimise Ca in eggshells can use the extraction method. The purpose of this study was to determine the levels of Ca and Mg in the milk of FH dairy cows supplemented with eggshell flour extract. This study used a completely randomised design (CRD) which used 15 lactating FH cows consisting of 3 treatments and 5 replicates each with treatment P1 = commercial minerals; P2 = eggshell flour; and P3 = eggshell flour extract. The parameters tested were Ca and Mg levels in the milk of FH dairy cows. This research shows that the treatment has a significant effect ($P < 0.05$) on Ca levels in the milk of FH dairy cows which is in the normal range and has no effect ($P > 0.05$) on Mg in the milk of FH dairy cows. So that eggshell flour and eggshell flour extract can be used as a commercial mineral source in FH dairy cattle feed.

Keywords: Eggshell Meal Extract, Calcium, Magnesium, FH Dairy Cows.

KATA PENGANTAR



Assalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh


Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan makalah usulan penelitian ini dengan segala keterbatasan. Shalawat serta salam tak lupa pula penulis hanturkan kepada baginda nabi Muhammad SAW. 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 **Prof. Dr. Ir. Ambo Ako, M.Sc., IPU** selaku pembimbing utama dan Ibu **Dr. Agr. Ir. Renny Fatmyah Utamy, S.Pt., M.Agr., IPM**, selaku pembimbing anggota, terimakasih telah meluangkan banyak waktu dan perhatiannya untuk membimbing, selalu mengarahkan penulis dalam menyusun skripsi ini dan tidak henti-hentinya membantu penulis dari awal hingga saat ini.
2. Bapak **Dr. Hasbi, S.Pt.,M.Si** dan Ibu **Prof. Dr. Fatma Maruddin, S.Pt., M.P** selaku dosen pembahas yang telah meluangkan banyak waktu dan perhatiannya untuk memberikan masukan dalam makalah ini.
3. Cinta pertama dan panutanku, bapak **Samsul Bahri S** terimakasih atas cinta dan kasih sayang tulus yang telah di berikan. Beliau memang tidak sempat merasakan pendidikan bangku perkuliahan, namun beliau mampu mendidik, memotivasi, mengantar jemput penulis setiap saat, dan memberikan dukungan hingga penulis mampu menyelesaikan studinya hingga sarjana.

4. Kepada pintu surgaku, ibu **Rahmatia** perempuan tangguh yang telah berjuang melahirkan, membesarkan dan mendidik penulis hingga mampu berada di tahap ini. Terimakasih atas segala cinta dan kasih sayang yang tulus yang telah diberikan kepada penulis. Terimakasih senantiasa mendukung baik secara finansial maupun moril untuk mencapai masa depan yang indah. Semoga Allah swt senantiasa memberikan kesehatan, umur yang panjang dan senantiasa melindungi dimanapun mama berada.
5. Saudara tak sedarah, **Rizky Nadya Sari Amru, Arwini Andana, Nur Afia Khaerunnisa, dan Nur Asmi Salsabila** yang selalu menjadi tempat berkeluh kesah penulis. Terimakasih telah berperan penting dalam kehidupan penulis dari kecil hingga dewasa ini, senantiasa menjadi pendengar yang baik dan memberikan bantuan kepada penulis.
6. Sahabatku Draks **Aurelia Dwi Puspa, Risma Dewyanti, Warda Utami Pratiwi, Andi Ade Putri Aulia, Alya Afifah, Nur Izlamiyah Alim, Dewi Sukmini Rahmat, Airine Universe Sadlie, Nur'Umyeti Hamsah, dan** sahabat PSM ku **Gabrielle P.D.T Mangundan dan May Angel** terimakasih tak terhingga karena selalu menghibur, menemani dan memotivasi penulis untuk sesegera mungkin menyelesaikan skripsi ini.
7. Teman Seperjuangan **Nur Jannah Al-tadom, Nur Hasana Syarif, Nur Amalia, Viterah Niode, Reski Amalia, Miftahul Jannah, Andi Raihana Jedi, Qibriyah, Nurul Azykin Salman, Indarwati Bua Putri, Raudhatul Jannah, Rafrini Isnaini Ansar, Ade Vitriani dan Maharani** yang telah banyak membantu penulis dan menguatkan penulis hingga bisa berada di tahap ini.

8. Sahabat Babes **Alya Afifah, Alya Safira, Nur Amalia Agung, dan Nurul Kamila**. Terimakasih selalu menghibur, menemani dan membantu penulis dalam penulisan skripsi ini.
9. Teman **Crown20, APM21 Himaprotek-UH, PSM UNHAS** terima kasih atas segala bantuannya dalam penyelesaian skripsi ini.
10. **Tim Asisten Laboratorium Ternak Potong** yang telah banyak memberikan bantuan kepada penulis.
11. Teman **Tim Penelitian**, terimakasih atas segala waktu yang telah diluangkan dan bantuannya selama penelitian sampai akhir penyusunan skripsi ini.
12. Kepada seseorang yang tidak kalah pentingnya, **Muhammad Noval Hukbal** yang senantiasa menjadi tempat berkeluh kesah bagi penulis. Terimakasih telah menjadi bagian dari perjalanan hidup penulis, yang selalu meluangkan waktu dan tenaganya untuk membantu dalam segala hal. Telah mendukung, menghibur, serta memberi apresiasi dan semangat untuk pantang menyerah dalam penulisan skripsi ini.
13. Terakhir teruntuk diri sendiri, **Survira Oktia Bahri**. Terimakasih sudah bertahan, dan berjuang sampai titik ini atas banyaknya harapan dan impian yang harus diwujudkan. Terimakasih untuk selalu percaya bahwa setiap niat baik dan harapan akan selalu dimudahkan oleh Allah SWT. Selamat bergelar.

Makassar, 09 Agustus 2024



Survira Oktia Bahri

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
BAB I PENDAHULUAN.....	1
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Mineral makro	4
2.2 Kebutuhan mineral pada ternak.....	5
2.3 Defisiensi Ca dan Mg	7
BAB III METODE PENELITIAN.....	10
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	10
3.2 Materi Penelitian.....	10
3.3 Tahapan dan Prosedur Penelitian.....	10
3.3.1 Rancangan Percobaan	11
3.3.2 Prosedur Penelitian	12
3.3.3 Parameter yang diamati.....	13
3.4 Analisis Data.....	14
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	16
4.1 Kadar Kalsium.....	16
4.2 Kadar Magnesium.....	18
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	21
DAFTAR PUSTAKA	22
LAMPIRAN.....	26
BIODATA PENELITI	28

DAFTAR GAMBAR

No.	Halaman
1. Diagram Alir Pembuatan Tepung Cangkang Telur	12
2. Diagram Alir Pembuatan Ekstrak Tepung Cangkang Telur	12
3. Diagram Alir Penelitian	13

DAFTAR TABEL

No.		Halaman
1.	Kandungan Kalsium Bahan Sumber Mineral	11
2.	Kadar Ca dan Mg	16

DAFTAR LAMPIRAN

No.		Halaman
1.	Hasil Analisis Statistik	26
2.	Dokumentasi	27

BAB I

PENDAHULUAN

Sapi *Friesian Holstein* (FH) merupakan salah satu bangsa sapi perah yang umum dipelihara di Indonesia. Sapi FH merupakan ternak ruminansia besar sebagai penghasil susu dan sumber protein hewani untuk memenuhi gizi masyarakat. Produksi dan kualitas susu sapi perah dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti pakan, genetik, umur beranak pertama, periode laktasi, frekuensi pemerahan, masa kering kandang, dan kesehatan. Tingkat konsumsi susu di Indonesia dapat dikatakan masih rendah jika dibandingkan dengan negara-negara lain. 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 perbaikan manajemen pakan. Pakan terdiri atas hijauan sebagai pakan utama, pakan konsentrat sebagai pakan penguat, dan pakan tambahan (*feed supplement*). Pakan harus memenuhi unsur-unsur penting diantaranya makro dan mikro mineral dalam jumlah yang cukup (Riski dkk., 2016).

Kalsium (Ca) merupakan mineral yang sangat dibutuhkan oleh sapi perah FH untuk menjalankan fungsi-fungsi tertentu dalam tubuh. Sapi hanya dapat memperoleh Ca dari pakan. Ca merupakan elemen penting yang terlibat dalam banyak proses fisiologis pada sapi terutama fungsi neuromuskular (kontraksi otot), hal ini merupakan salah satu faktor terjadinya mastitis pada sapi perah (Goff, 2008). Fungsi Ca untuk pembentukan tulang dan gigi. Selama ini penggunaannya dalam ransum sebagai sumber mineral berasal dari mineral komersil dan harganya relatif mahal dipasaran. Sehingga perlu dicari alternatif

yang dapat digunakan dalam ransum. Salah satu sumber mineral Ca yang belum dilirik oleh peternak berasal dari *by product* telur yakni cangkang telur.

Potensi limbah cangkang telur di Indonesia cukup besar. menurut data Direktorat Jenderal Peternakan tahun 2020, produksi telur ayam ras petelur dan buras di Indonesia sebesar 5.044.390 ton per tahunnya. Sekitar 10% dari telur merupakan cangkangnya, sehingga dihasilkan sekitar 504.439 ton cangkang telur per tahun. Kandungan cangkang telur hampir 95,1% terdiri atas garam organik dan bahan organik. Bahan organik terdiri atas sekitar 98,5% per senyawaan kalsium karbonat (CaCO_3) dan sekitar 0,85% magnesium karbonat (MgCO_3). Kandungan dari cangkang telur adalah 90% Ca, kandungan Ca yang tinggi ini menunjukkan bahwa cangkang telur bisa menjadi salah satu sumber Ca yang potensial (Sunardi dan Erlynda, 2021). Cangkang telur mengandung berbagai mineral seperti Ca 77%; P 0,9%; dan Mg 0,9% (Laboratorium Kimia Pakan, 2022).

Pemanfaatan tepung cangkang telur sebagai pakan telah dilakukan pada sapi perah FH untuk kualitas mineral makro susu namun produksi dan kualitas susu sapi perah FH tersebut belum maksimal (Ako dkk., 2024). Kualitas mineral makro belum optimal karena ikatan CaCO_3 sangat kuat sehingga sulit terdegradasi dalam rumen dan penyerapan dalam usus tidak maksimal sehingga perlu menggunakan metode yang dapat membuka ikatan tersebut, metode tersebut adalah ekstraksi. Ekstraksi adalah proses perpindahan suatu zat atau solute dari larutan asal ke dalam pelarut tertentu (Aji dkk., 2017). Ekstraksi pada penelitian ini pemisahan CO_3 pada Tepung Cangkang Telur (TCT) yang mengandung CaCO_3 yang cukup tinggi namun tidak dapat terserap baik oleh usus. TCT diekstrak

menggunakan metode perendaman dengan larutan CH_3COOH dengan harapan ikatan Ca dapat terlepas sehingga mampu terserap baik oleh usus agar meningkatkan produksi susu pada sapi perah FH.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kadar Ca dan Mg pada susu Sapi Perah FH yang disuplementasi ekstrak tepung cangkang telur.

Kegunaan penelitian ini yaitu secara umum untuk menambah informasi kepada pembaca dan peternak mengenai hasil pemanfaatan suplementasi ekstrak tepung cangkang telur sebagai sumber Ca dan Mg pada susu sapi perah FH.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Mineral makro

Mineral merupakan zat padat yang terbentuk secara alamiah yang terdiri dari berbagai unsur atau senyawa kimia. Mineral terbagi menjadi dua yakni mineral makro dan mineral mikro. Mineral makro mempunyai peranan yang esensial bagi kehidupan dan kesehatan walaupun hanya terdapat dalam jumlah yang sangat kecil di dalam tubuh. Ada 7 elemen yang termasuk mineral makro yaitu kalsium (Ca), fosfor (P), kalium (K), natrium (Na), klor (Cl), magnesium (Mg), dan sulfur (S).

Ca merupakan mineral yang paling banyak dibutuhkan oleh ternak dan berperan penting sebagai penyusun tulang dan gigi (McDonald dkk., 2010). Kebutuhan Ca pada ternak ruminansia dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti umur, bobot badan serta tahapan produksi. Puncak kebutuhan Ca terjadi pada minggu minggu akhir sebelum kelahiran karena terjadi proses kalsifikasi tulang fetus. Ca banyak terkandung dalam tubuh, 99% dalam skeleton dan 1% sisanya terdapat diluar skeleton (Suttle, 2010). Ca berperan sangat penting pada ternak sapi perah dan kebutuhan tertinggi terhadap Ca ini terutama pada masa laktasi, kisaran kadar kalsium normal pada sapi adalah 9–12 mg/ dL. Pada ternak apabila kekurangan Ca dapat terjadi hipokalsemia 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. 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 (Masoera dkk., 2003). Kondisi hipokalsemia klinis maupun subklinis meningkatkan risiko kejadian mastitis, mastitis adalah peradangan pada jaringan internal ambing yang sangat merugikan dengan akibat penurunan kualitas dan kuantitas susu.

Magnesium adalah salah satu dari enam mineral penting yang terkandung dalam tubuh (Prianggoro, 2022). Mg membantu membangun tulang, memperbaiki penampilan fungsi saraf, dan merupakan elemen yang sangat penting untuk penghasil energi dari makanan yang di asup, Mg juga berperan dalam mencegah kerusakan gigi, mengendorkan otot, transmisi syaraf, dan berbagai aktivitas enzim. Kurang lebih 60% dari 20-28 Mg dalam tubuh terdapat pada tulang dan gigi, 26% di dalam otot, dan sisanya di jaringan lunak lainnya serta cairan tubuh (Almatsier, 2006). Status kesehatan dari sistem pencernaan dan ginjal secara signifikan dipengaruhi oleh status Mg (Soetan dkk., 2010). *Mineral resources international (MRI)* menyatakan Mg yang tidak cukup dalam tubuh akan menyebabkan kalsium tidak diserap dengan baik serta dapat mempercepat pengosongan simpanan Ca dalam tubuh (Wijayanti dkk., 2014)

2.2 Kebutuhan mineral pada ternak

Pakan ternak menjadi faktor yang sangat penting dalam menunjang keberhasilan industri peternakan. Pakan ternak merupakan faktor biaya terbesar dalam kegiatan peternakan. Selain itu, pakan ternak menjadi faktor dalam menunjang produktivitas ternak (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 (Ramadhan dkk., 2014).

Salah satu nutrisi yang sangat dibutuhkan oleh sapi perah FH adalah mineral. Mineral adalah salah satu komponen organik esensial yang sangat diperlukan bagi makhluk hidup. Dalam tubuh ternak terdapat unsur-unsur mineral lebih kurang 3-5% dari tubuhnya dan ternak tidak dapat membuat mineral sendiri, sehingga mineral harus disediakan dalam ransum (Antika dkk., 2024). 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).

Mineral mempunyai peranan antara lain sebagai komponen struktural organ tubuh dan jaringan sebagai kualitas dalam sistem enzim dan hormon yang berperan dalam konstituen cairan tubuh dan jaringan atau sebagai larutan garam dalam darah dan cairan tubuh lainnya yang berhubungan dengan tekanan osmotik dan keseimbangan asam basa. Kebutuhan mineral antara sapi perah dan sapi pedaging juga menunjukkan adanya perbedaan. Pada ternak ruminansia, khususnya mineral digunakan untuk membantu metabolisme dan menyediakan kebutuhan mikroba pada rumen. Kebutuhan mineral untuk sapi perah lebih tinggi

daripada sapi potong karena sapi perah membutuhkan mineral yang tinggi untuk produksi susu selain memenuhi kebutuhan hidup pokok (Suprayitno dkk., 2020).

2.3 Defisiensi Ca dan Mg

Manajemen pakan merupakan faktor yang penting dalam produksi susu. Pakan harus memenuhi unsur-unsur penting diantaranya makro dan mikro mineral dalam jumlah yang secukupnya. Makro mineral dibutuhkan lebih banyak dibandingkan dengan mikro mineral. Secara keseluruhan, setiap mineral tersebut mempunyai fungsi-fungsi tertentu pada tubuh ternak (Wulansari dkk., 2017).

Defisiensi mineral 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.

Ketidakseimbangan makro 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 (Riki, 2010). Kadar Ca dan jumlah sel somatik memengaruhi produksi susu. Produksi susu menurun, karena terjadi kerusakan pada jaringan ambing yang disebabkan oleh bakteri penyebab mastitis.

Saat kadar Ca dalam darah menurun, mekanisme homeostatis Ca akan diaktifkan. Mekanisme ini ditentukan terutama oleh penyerapan usus, reabsorpsi ginjal, dan resorpsi tulang. Ca hilang melalui urin dan tinja, serta janin dan produksi susu pada sapi bunting atau menyusui. Ketika sapi tidak dapat

beradaptasi dan memulihkan keseimbangan Ca, maka sapi tersebut akan menderita penyakit metabolik seperti hipokalsemia.

Mg adalah mineral yang sangat penting untuk kebanyakan proses biologi yang terjadi di dalam tubuh. Mg juga membantu tubuh mengoptimalkan penyerapan Ca. Ca yang tinggi tanpa peningkatan Mg tidak akan berarti apa-apa. Kedua mineral tersebut adalah mitra sehingga keduanya akan berfungsi maksimal jika dikonsumsi sesuai dosis. Ca yang digunakan sebagai suplemen tidak dapat diserap tubuh tanpa bantuan suplemen lain seperti magnesium (Mg), boron (He), stronsium (Sr), dan silicon (Si) (Wijayanti dkk., 2014).

2.4 Ekstrak Tepung Cangkang Telur

Cangkang telur ayam mengandung CaCO_3 yang bersifat abrasif dengan tekstur yang mudah untuk diolah, oleh karena itu limbah cangkang telur tersebut sangat berpotensi untuk digunakan sebagai bahan pakan yang diberikan pada ternak. Cangkang telur memiliki kandungan nutrisi yang tinggi, tingginya kandungan Ca ini diketahui sebagai senyawa CaCO_3 yang sangat baik sebagai bahan baku untuk pakan ternak. Senyawa CaCO_3 pada cangkang telur dapat larut dalam senyawa asam dan air panas dalam waktu yang lama (Taha, 2022).

Tepung cangkang telur dihasilkan dari pemanfaatan limbah cangkang telur ayam yang diproses dengan pembersihan, pemasakan, pengecilan ukuran, pengovenan, penggilingan, dan pengayakan pada cangkang. Ca dalam cangkang telur merupakan mineral yang seimbang. Cangkang telur ayam yang membungkus telur memiliki berat 9-12% dari berat total dan mengandung 94% CaCO_3 , 1% kalium fosfat, dan 1% magnesium karbonat (Suryati dkk., 2019).

Penelitian terdahulu telah memanfaatkan tepung cangkang telur (TCT) sebagai pakan sumber mineral (Ako dkk., 2023; unpublished), tetapi kualitas mineral makro belum optimal karena ikatan Ca sangat kuat sehingga perlu menggunakan metode yang dapat membuka ikatan tersebut, metode tersebut adalah ekstraksi. Proses pengekstrakan cangkang telur ayam dengan menggunakan metode perendaman dengan larutan CH_3COOH menghasilkan tepung cangkang dengan kadar Ca yang cukup tinggi. CaCO_3 pada cangkang ketika direaksikan dengan larutan CH_3COOH akan terurai. Selama proses berlangsung, sebagian kecil CO_3^{2-} ikut larut. Sebagian lagi akan mengendap dan membentuk amorf putih 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, CH_3COOH bertindak sebagai *enhancer* yaitu molekul atau senyawa yang mempengaruhi bentuk dan tingkat kelarutan mineral.