

**KUALITAS MAKRO DAN MIKRO MINERAL SUSU SAPI
PERAH *FRIESIAN HOLSTEIN* YANG DIBERI UREA
MOLASES MULTINUTRIEN BLOK HASIL
SUBSTITUSI BAHAN PENGISI MOLASES
DENGAN PULP KAKAO**

SKRIPSI

**DWI YANA HAMID
I011 19 1196**



**FAKULTAS PETERNAKAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

**KUALITAS MAKRO DAN MIKRO MINERAL SUSU SAPI
PERAH *FRIESIAN HOLSTEIN* YANG DIBERI UREA
MOLASES MULTINUTRIEN BLOK HASIL
SUBSTITUSI BAHAN PENGISI MOLASES
DENGAN PULP KAKAO**

SKRIPSI

**DWI YANA HAMID
I011 19 1196**

**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 : Dwi Yana Hamid

NIM : I011 19 1196

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang saya tulis dengan judul: **Kualitas Makro dan Mikro Susu Sapi Perah *Friesian Holstein* Yang Diberi Urea Molases Multinutrien Blok Hasil Substitusi Bahan Pengisi Molases Dengan Pulp Kakao** 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, 28 Februari 2024

Peneliti



Dwi Yana Hamid

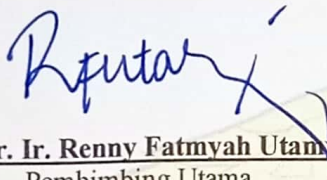
HALAMAN PENGESAHAN


Judul Skripsi : Kualitas Makro dan Mikro Mineral Susu Sapi *Friesian Holstein* yang Diberi Urea Molases Multinutrien Blok Hasil Substitusi Bahan Pengisi Molases dengan Pulp Kakao

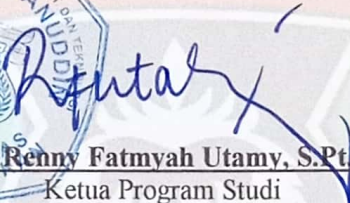
Nama : Dwi Yana Hamid

NIM : 1011 19 1196

Skripsi ini Telah Diperiksa dan Disetujui oleh :


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


Dr. Ir. Ambo Ako, M.Sc., IPU
Pembimbing Pendamping


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

Tanggal Lulus : 23 Februari 2024

RINGKASAN

Dwi Yana Hamid I011 19 1196 Kualitas Makro dan Mikro Mineral Sapi Perah *Friesian Holstein* yang Diberi Urea Molases Multinutrien Blok Hasil Substitusi Bahan Pengisi Molases dengan Pulp Kakao. Pembimbing Utama: **Renny Fatmyah Utamy** dan Pembimbing Anggota: **Ambo Ako**.

Urea Molasses Multinutrient Block (UMMB) sebagai suplemen pakan untuk sapi perah *Friesian Holstein* (FH). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas mineral makro dan mikro seperti kalsium, fosfor, kalium, besi, dan seng pada susu sapi perah FH yang disuplementasi dengan UMMB yang disubstitusi dengan bahan pengisi molases dan pulp kakao. Penelitian ini dilaksanakan dengan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 3 perlakuan dan 5 ulangan menggunakan sapi perah 15 ekor umur 4-5 tahun dengan perlakuan sebagai berikut: Tanpa pemberian UMMB (P0, Kontrol), Pemberian UMMB tanpa substitusi bahan pengisi (P1), Pemberian UMMB hasil substitusi bahan pengisi (P2). Berdasarkan hasil penelitian diperoleh bahwa suplementasi UMMB pada sapi perah FH lebih baik terhadap kualitas mineral makro dan mikro susu. Pulp kakao dapat mensubstitusi penggunaan molases sebagai bahan pengisi dalam pembuatan Urea Molasses Multinutrien Blok (UMMB) hingga 50% yang dapat memperbaiki kualitas mineral susu sapi perah FH khususnya kadar Ca, K, dan Fe susu.

Kata Kunci: Makro, Mikro, Mineral, Sapi Perah FH, UMMB.

SUMMARY

Dwi Yana Hamid I011 19 1196 Quality Macro and Micro-mineral of *Holstein Friesian* Dairy Cows Supplemented with UMMB Contains Cocoa Pulp Fillers. Supervisor: **Renny Fatmyah Utamy** and Co-Supervisor: **Ambo Ako**.

Urea Molasses Multinutrient Block (UMMB) as a feed supplement for *Holstein Friesian* dairy cows. The study aimed to determine the quality of macro and micro minerals, such as calcium, phosphorus, potassium, ferrum, and zinc, in *Holstein Friesian* cow's milk supplemented UMMB from substituting molasses fillers with cocoa pulp. This study was conducted by a completely randomized design (CRD) with 3 treatments and 5 replicates using 15 dairy cows aged 4-5 years with the following treatments: No supplementation of UMMB (T0, as a Control), supplementation of UMMB without substitution of fillers (T1), and supplementation of UMMB with substitution of pulp cocoa fillers (T2). The results revealed that UMMB supplementation in *Holstein Friesian* dairy cows was better for the quality of milk minerals, and cocoa pulp can substitute molasses as a filler material in the production of UMMB up to 50%. This finding can improve the quality of milk minerals of *Holstein Friesian* dairy cows, especially milk Ca, K, and Fe levels.

Keywords: Macro-Mineral, Micro-Mineral, *Holstein Friesian* Dairy Cows, UMMB.

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 skripsi dengan judul “**Kualitas Makro dan Mikro Mineral Susu Sapi Perah *Friesian Holstein* yang Diberi Urea Molases Multinutrient Blok Hasil Substitusi Bahan Pengisi dengan Pulp Kakao**”. 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. Ibu **Dr. Agr. Ir. Renny Fatmyah Utamy, S. Pt, M. Agr. IPM.** selaku pembimbing utama dan Bapak **Prof. Dr. Ir. Ambo Ako, M.Sc., IPU.** selaku pembimbing anggota, yang telah meluangkan banyak waktu dan perhatiannya untuk membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyusun makalah ini.
2. Bapak **Dr. Hasbi. S.Pt. M.Si.** dan Ibu **Masturi, S.Pt., M.Si.** selaku dosen pembahas, yang telah meluangkan banyak waktu dan perhatiannya untuk memberikan masukan dalam makalah ini.
3. Ibu **Dr. Ir. Rohmiyatul Islamiyati, MP.** selaku pembimbing akademik, yang telah membimbing dan mengarahkan penulis selama perkuliahan.
4. **Abdul Hamid, S.Pd** dan **Hj. Muliati, S.Pd** sebagai orang tua penulis, **Mutmainna Hamid** dan **Alima Hajar Aswad** sebagai saudara penulis, yang

selalu mendukung untuk terus melanjutkan kuliahnya dan belajar dengan benar untuk mencapai masa depan yang indah.

5. Teman Tim penelitian, **A. Arif Rahman, S.Pt., Siti Annisa Sukri, S.Pt., Misbahul Munir, Faisal, Marlina, Hanif, alm. Nurjihan, Jusriadi, dan Andi Alief Alfiansyah.** Terima kasih atas segala waktu yang telah diluangkan dan bantuannya dalam penyusunan makalah ini.
6. Sahabat Penulis, **Andi Risdayanti, Andi Nurul Sakina, Putri Ananda, S.A.P., Nurul Rahmah Ririn Safriani, Astri Febryanti, dan Alya Rifdah Yulianti** sebagai kawan yang memberi dukungan serta mensupport penulis untuk menggapai dan melewati proses dari kehidupan.
7. Teman Seperjuangan (Pejuang S.Pt) **Amelia Said, Faika Arif, S.Pt., dan Anita,** atas kebersamaannya yang mewarnai masa-masa perkuliahan dan sebagai kawan dalam diskusi dan bertukar pikiran.
8. **HIMAPROTEK-UH** sebagai lembaga organisasi penulis dilingkup Fakultas Peternakan, **Asisten Ternak Potong 2019,** teman-teman seangkatan 2019, mereka adalah **Vastco 19** yang tidak bisa disebutkan satu persatu. Terima kasih telah kebersamai perkuliahan ini.
9. Terima kasih kepada **Anak Peternak Mata Dewa Enrekang** telah memberikan ruang dan wadah pembelajaran kepada penulis selama penulis melaksanakan penelitian.

Sekali lagi terima kasih kepada diriku sendiri yang telah berjuang selama ini hingga mencapai gelar S.Pt dan terima kasih untuk semua pihak yang telah memberikan bantuan kepada penulis. Semoga segala bentuk apresiasi yang telah

diberikan kepada penulis mendapatkan imbalan yang layak dari Allah Subhana
Wata'ala.

Makassar, 29 Februari 2024

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Dwi Yana Hamid', with a stylized, cursive script.

Dwi Yana Hamid

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1. Sapi perah <i>Friesian Holstein</i>	4
2.2. Pakan tambahan urea multinutrien molases blok	5
2.3. Kualitas makro dan mikro mineral susu sapi <i>Friesian Holstein</i> (FH).....	8
BAB III METODE PENELITIAN.....	11
3.1 Waktu dan tempat penelitian	11
3.2 Materi penelitian.....	11
3.3 Tahapan dan prosedur penelitian.....	12
3.4. Analisis Data	14
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	15
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	20
4.1 Kesimpulan.....	20
4.2 Saran.....	20
DAFTAR PUSTAKA	21
LAMPIRAN.....	26
BIODATA PENELITI	34

DAFTAR TABEL

No	Halaman
1. Komposisi UMMB yang diberi perlakuan.....	11
2. Pengaruh substitusi bahan pengisi molases dengan pulp kakao terhadap kualitas makro dan mikro mineral susu sapi perah FH.....	15

DAFTAR GAMBAR

No	Halaman
1. Diagram Alir Tahapan Penelitian.....	13

DAFTAR LAMPIRAN

No	Halaman
1. Hasil Analisis SPSS Makro dan Mikro Mineral	26
2. Dokumentasi Penelitian	33

BAB I

PENDAHULUAN

Susu sapi mengandung nutrisi lengkap dibandingkan minuman lainnya sehingga susu sapi memiliki banyak khasiat yang bermanfaat bagi tubuh. Susu sapi mengandung mineral makro seperti kalsium (Ca), fosfor (P), natrium (Na), magnesium (Mg), sulfur (S), dan kalium (K), dan mikro mineral seperti zinc (Zn), mangan (Mn), besi (Fe), tembaga (Cu), dan selenium (Se), dan nutrisi lainnya seperti vitamin A, vitamin D, vitamin B12, vitamin B2, asam amino, dan asam pantotenat (Wardyaningrum, 2011 dan Stocco *et al.*, 2019). Kualitas susu baik makro dan mikro mineral dipengaruhi oleh bangsa, produksi susu, tingkat laktasi, kualitas, dan kuantitas pakan. Mineral makro dan mikro sangat dibutuhkan oleh ternak karena bermanfaat untuk kesehatan, pertumbuhan, produksi, dan reproduksi (Nugroho, 1986). Selain bangsa, produksi susu, dan lain-lain, pakan juga mempengaruhi makro dan mikro mineral susu.

Pakan terdiri atas hijauan sebagai pakan utama, pakan konsentrat sebagai pakan penguat, dan pakan tambahan (*feed suplement*). Salah satu pakan tambahan yang umum diberikan yakni urea multinutrient molases blok (UMMB). UMMB berbentuk padat dan kaya dengan zat-zat makanan. Bahan pembuat UMMB antara lain adalah urea, molasses, mineral, dan bahan lainnya yang memiliki kandungan protein dan mineral yang cukup tinggi. Suplemen UMMB dibuat dalam bentuk padat, kompak, dan keras tetapi larut dalam air sehingga memudahkan ternak untuk menjilatinya (Yanuarto, dkk., 2019). Salah satu bahan pengisi yang digunakan pada pembuatan UMMB adalah molases. Namun, saat ini ketersediaan molases terbatas

karena digunakan sebagai bahan baku industri dan kebutuhan lainnya, sehingga diperlukan bahan yang dapat mensubstitusi penggunaan molases pada pembuatan UMMB. Pulp kakao memiliki peluang sebagai alternatif pengganti molases.

Pulp kakao merupakan lapisan berlendir yang menyelimuti keping biji yang sebagian terdiri atas air dan lapisan komponen gizi yang cukup tinggi, diantaranya sukrosa, glukosa, dan sedikit pati (Sulistiyowati dkk, 1998). Tingginya kandungan energi pada pulp kakao sehingga diharapkan dapat menggantikan penggunaan molasses sebagai bahan pengisi. Pulp kakao selain mengandung PK 7,55%, LK 0,49% dan SK 7,71% juga memiliki kandungan gula yang tinggi dan dapat dimanfaatkan sebagai bahan pakan sumber energi (Utamy *et al.*, 2021).

Pembuatan UMMB yang merupakan hasil substitusi bahan pengisi molases dengan pulp kakao diharapkan tidak mengubah kandungan makro dan mikro mineral susu. Selain itu, informasi terkait pemanfaatan pulp kakao sebagai bahan pengisi pada UMMB belum tersedia. Sehingga penelitian ini perlu dilakukan mengenai Kualitas Makro dan Mikro Mineral Susu Sapi Perah *Friesian Holstein* (FH) yang Diberi Urea Molases Multinutrien Blok Hasil Substitusi Bahan Pengisi Molases dengan Pulp Kakao.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kualitas makro mineral yaitu Ca, P, dan K dan mikro mineral yaitu Fe dan Zn susu sapi FH yang diberi UMMB hasil substitusi bahan pengisi molases dengan pulp kakao.

Kegunaan penelitian ini diharapkan mampu menjadi sumber informasi bagi mahasiswa dan masyarakat mengenai kualitas makro mineral yaitu Ca, P, dan K dan mikro mineral yaitu Fe dan Zn susu sapi FH yang diberi UMMB hasil substitusi bahan pengisi molases dengan pulp kakao.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Sapi perah *Friesian Holstein*

Sapi *Friesian Holstein* (FH) adalah salah satu bangsa sapi yang umum dipelihara di Indonesia. Sapi perah ini memiliki kemampuan dalam beradaptasi baik terhadap lingkungan dan menghasilkan produksi susu yang tinggi (Ginantika dkk., 2021). Sapi perah jenis FH yang dikembangkan di Indonesia biasanya merupakan sapi yang diimpor dari negara sub tropis seperti Australia. Performa produksi seekor sapi perah dapat dilihat dari produksi susu, lama laktasi, puncak produksi, dan lama kering (Sughiri dkk., 2015). Produksi susu segar dalam negeri (SSDN) sebanyak 947,7 ribu ton, sedangkan kebutuhan tingkat konsumsi susu masyarakat Indonesia tahun 2020 berkisar 16,27 kg per kapita/tahun. Kebutuhan susu saat ini mencapai 4,3 juta ton per tahun dan kontribusi susu dalam negeri terhadap kebutuhan susu nasional baru sekitar 22,7% (Bouk dkk., 2022).

Sapi perah bangsa FH merupakan bangsa sapi perah yang memiliki produksi susu paling tinggi diantara bangsa sapi yang lain. Faktor genetik dan lingkungan dapat mempengaruhi kemampuan sapi perah dalam memproduksi susu. Faktor lingkungan berpengaruh sebesar 70% dan faktor genetik dapat berpengaruh 30% (Cristi dan Tanuwiria, 2019). Terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi performa produksi yaitu genetik, lingkungan, dan interaksi antara keduanya. Faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap performa produksi adalah suhu, kelembaban, manajemen pemeliharaan, pakan, dan kesehatan (Ginantika dkk., 2021).

Periode awal laktasi yaitu trimester pertama atau yang disebut 100 hari pertama laktasi merupakan periode kritis bagi kinerja sapi perah khususnya yang berproduksi tinggi, pada masa ini sering ditandai dengan tidak tercukupinya kebutuhan nutrisi terutama energi untuk mendukung produksi susu yang tinggi. Akibat yang ditimbulkan adalah sapi perah dapat mengalami defisit energi sehingga sapi akan memobilisasi energi tubuhnya. Kebutuhan energi pada sapi perah laktasi ditentukan oleh kebutuhan untuk hidup pokok yang dipengaruhi oleh berat badan, sedangkan kebutuhan untuk produksi susu dipengaruhi oleh banyaknya susu yang disekresikan dan kadar lemak yang terkandung di dalam susu (Astuti dkk., 2009). Pemberian mineral makro yang cukup dalam ransum sapi perah laktasi dapat meningkatkan aktivitas mikroba rumen yang pada akhirnya akan meningkatkan metabolisme dari sapi itu sendiri sehingga akan dihasilkan produksi susu yang meningkat (Adriani dan Mushawwir, 2009).

2.2. Pakan tambahan urea multinutrien molases blok

Pakan bagi ternak ruminansia terdiri dari pakan utama atau pakan hijauan, pakan penguat atau konsentrat, dan pakan tambahan atau *feed supplement*. Pakan utama bagi ternak ruminansia adalah pakan yang merupakan pakan sumber serat yang berasal dari hijauan dan limbah pertanian. Pakan penguat yang dimaksud adalah pakan konsentrat yang merupakan pakan tambahan yang mengandung energi dan protein tinggi serta mudah untuk dicerna oleh ternak. Sedangkan *feed supplement* merupakan bahan pakan tambahan yang berupa tambahan zat nutrisi seperti mineral dan vitamin yang berfungsi untuk melengkapi kebutuhan

nutrisi ternak yang tidak didapatkan dari pakan yang diberikan kepada ternak (Prihartini, 2022).

Feed supplement yang umum diberikan adalah UMMB. UMMB merupakan sumber protein, energi, dan mineral yang banyak dibutuhkan oleh ternak khususnya sapi perah. UMMB merupakan pakan tambahan untuk ternak ruminansia, berbentuk padat yang kaya dengan zat-zat makanan (Nista dkk., 2010). Pembuatan UMMB dapat terdiri dari beberapa bahan yaitu, molases, urea, mineral dan bahan lainnya yang memiliki mineral serta protein dan energi yang tinggi. Pembuatan suplemen UMMB berupa bentukan padat, kompak, dan keras tetapi larut dalam sehingga dapat memudahkan ternak untuk menjilatinya (Yanuartono dkk., 2019).

Salah satu bahan pengisi UMMB adalah molases. Molases merupakan hasil ikutan (*by product*) dari industri pengolahan tebu. Molases banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari sebagai bahan untuk pembuatan etanol, industri minuman beralkohol, dan sebagai bahan baku pembuatan MSG (Misran, 2005). Saat molases menjadi langka karena penggunaan yang bersaing dengan kebutuhan manusia, sehingga alternatif pengganti molasses perlu ditemukan. Salah satu alternatif tersebut adalah pulp kakao. Pulp kakao merupakan hasil ikutan dari produksi biji coklat.

Kakao (*Theobroma cacao* L.) merupakan salah satu komoditi ekspor non-migas yang memiliki potensi yang sangat baik, sebab permintaan dalam negeri terus meningkat dengan semakin berkembangnya sektor industri yang memanfaatkan biji kakao sebagai bahan bakunya. Buah kakao disamping digunakan sebagai bahan

minuman penyegar non-alkohol, juga dapat berfungsi sebagai bahan baku industri pangan dan industri farmasi (Pairunan, 2009).

Struktur buah kakao secara garis besar terdiri dari empat bagian yaitu kulit, plasenta, *pulp*, dan biji. Buah kakao masak berisi 30–40 biji yang masing-masing diselimuti oleh *pulp*, sedangkan biji kakao terdiri dari dua bagian yaitu kulit biji dan keping biji, keping biji meliputi 86% sampai 90% dari berat kering biji sedangkan kulit biji sekitar 10–14%. Saat biji kakao dikeluarkan dari buah, biji diselimuti oleh lendir putih atau *pulp*. *Pulp* pada mulanya steril, tetapi dengan adanya gula dan keasaman yang tinggi (pH 3,5) karena kandungan asam sitrat (Wahyudi, dkk, 2008). *Pulp* kakao selain mengandung PK 7,55%, LK 0,49% dan SK 7,71% juga memiliki kandungan gula yang tinggi dan dapat dimanfaatkan sebagai bahan pakan sumber energi. Pemanfaatan *pulp* kakao sebagai bahan pakan dapat meningkatkan performa dan produksi sapi Bali (Utamy *et al.*, 2021). Kandungan mineral yang terdapat pada *pulp* kakao yaitu Ca 13,343 mg/L, Fe 0,470 mg/L, K 0,700 mg/L, P 0,056 mg/L, Zn 0,058 mg/L, Mg 0,500 mg/L, dan Mn 0,005 mg/L (Nunes *et al.*, 2020).

Penambahan *pulp* kakao 5% dalam pakan komplit berbasis tongkol jagung sebagai alternatif dapat diberikan pada kambing karena dalam *pulp* memiliki banyak kandungan gas sedangkan penambahan *pulp* yang terlalu tinggi memungkinkan terlalu banyak zat gas yang menyebabkan tingkat konsumsi nitrogen ternak rendah (Akhmad, 2017). Utamy, *et al.*, (2021) menambahkan bahwa pemberian konsentrat yang mengandung *pulp* kakao dengan pemberian

komposisi sebanyak 5% dalam pakan dapat meningkatkan konsumsi dan penambahan bobot badan harian tanpa mengganggu kesehatan ternak.

2.3. Kualitas makro dan mikro mineral susu sapi *Friesian Holstein* (FH)

Susu merupakan bahan pangan yang sangat penting bagi masyarakat untuk memenuhi kebutuhan gizinya. Kandungan makro dan mikro mineral dalam susu berfungsi untuk pemeliharaan jaringan dan fungsi tubuh, pemeliharaan keseimbangan asam basa dalam tubuh, dan berperan dalam proses metabolisme tubuh (Kartika dkk., 2019). Mineral merupakan salah satu zat makanan yang esensial untuk produksi susu. Mineral diperlukan juga untuk pemeliharaan tubuh, pertumbuhan, kelengkapan jaringan tulang, sebagai kofaktor beberapa sistem enzim, pemeliharaan keseimbangan sistem osmosa dalam tubuh, kontraksi urat daging, dan fungsi normal dari sistem saraf. Sapi perah memerlukan minimal 15 macam mineral dalam ransumnya untuk efisiensi produksi susu, memelihara kesehatan, dan reproduksi (McDowell, 1985).

Ada 15 mineral yang esensial untuk ternak ruminansia, yakni 7 elemen yang termasuk mineral makro yaitu Ca, P, K, Na, Mg, S, dan klor (Cl) dan 8 elemen termasuk mineral mikro yaitu Fe, Cu, Mn, Se, Zn, kobalt (Co), yodium (I), dan molybdenum (Mo) (McDowell *et al.*, 1983).

Mineral makro Ca dalam susu mempunyai berbagai fungsi didalam tubuh antara lain pembentukan tulang dan gigi, mengatur reaksi biologi, membantu kontraksi otot dan mengatur pembekuan darah. Didalam tulang, Ca mempunyai dua fungsi yaitu sebagai bagian dari struktur tulang dan sebagai cadangan Ca bagi tubuh. Ca sangat diperlukan dalam proses pembentukan gigi (Wardyaningrum,

2011). Ca berperan sangat penting pada ternak sapi perah dan kebutuhan tertinggi terhadap Ca ini terutama pada masa laktasi. Kisaran kadar Ca pada sapi adalah 9–12 mg/dL (Wulansari, dkk., 2017).

Fosfor merupakan zat penting dari semua jaringan tubuh, mengembangkan fungsi otot, dan sel-sel darah merah (Moniaga dan Pangemanan, 2013). P erat kaitannya dengan metabolisme tubuh yang berguna dalam meningkatkan daya tahan tubuh. Fungsi utama P sebagai pemberi energi dan kekuatan untuk metabolisme lemak dan pati, sebagai penunjang kesehatan gigi dan gusi, untuk sintesis DNA serta penyerapan dan pemakaian Ca (Paramitha, 2018). Menurut Permenkes No. 28 tahun 2019 kebutuhan mineral P untuk laki-laki 16–18 tahun sekitar 1250 mg sedangkan perempuan 19–29 tahun sekitar 700 mg (Tangkilisan dkk., 2021).

Mineral makro yaitu K adalah salah satu unsur-unsur mineral yang diperlukan tubuh dalam jumlah tertentu disamping Ca, P, Fe, Mg, S, Na, dan Cl. Kebutuhan K menurut WHO diperkirakan sekitar 3510 mg/hari. K dapat mempengaruhi kinerja tubuh seperti hilangnya nafsu makan, melemahnya otot, dan kram otot. Selain itu K berperan dalam mengurangi stress, menghindari kepikunan atau mudah lupa, mencegah stroke, dan dapat mencegah penyumbatan pada pembuluh darah (Sakina, dkk., 2022).

Zinc merupakan salah satu mineral mikro yang memiliki fungsi dan kegunaan penting bagi tubuh. Zn dibutuhkan oleh berbagai organ tubuh, seperti kulit, mukosa saluran cerna, dan hampir semua sel membutuhkan mineral ini (Widyahari, 2012). Zn berperan dalam fungsi berbagai enzim dan proses metabolisme yang berhubungan dengan metabolisme karbohidrat dan energi,

degradasi dan sintesis protein, sintesis asam nukleat, transpor CO₂, dan reaksi lainnya (Imanto, dkk., 2018). Zn yang dibutuhkan dalam tubuh sekitar 10–15 mg (Maulia dan Farapti, 2019).

Unsur Fe yang tergolong mineral mikro merupakan komponen utama dari hemoglobin (Hb), sehingga kekurangan besi dalam tubuh akan mempengaruhi pembentukan Hb. Kekurangan zat besi merupakan penyebab utama dari pada anemia atau kadar Hb dibawah normal yaitu pada pria kurang dari 14–18 gr/100ml, dan pada wanita 12–16 gr/100ml. Disamping itu kekurangan zat besi juga dapat disebabkan oleh gangguan penyerapan besi dalam saluran pencernaan secara terus menerus (Sinaga, dkk., 2020).