

The Essential Minerals for Rumen Metabolism

Muliani^{1*}, Suhubdy Yasin¹, Syamsul Hidayat Dilaga¹, & Jalaludin¹

¹Program Magister Manajemen Sumberdaya Peternakan, Faculty of Animal Science, University of Mataram;

Article History

Received : November 13th, 2023

Revised : December 02th, 2023

Accepted : January 10th, 2024

*Corresponding Author:

Muliani, Program Magister
Manajemen Sumberdaya
Peternakan, Faculty of Animal
Science, University of Mataram;
Email: mulialia10@unram.ac.id

Abstract: Minerals are a constituent element of nutrition with functions as body defense, reproduction, production and animal body health. In general, minerals act as catalysts that will balance cell membranes, balance acid bases, make enzymes active, and are involved in the fermentation process of rumen microbes. In ruminants, the important role of minerals is to influence the symbiotic microflora in the digestive tract. The research instrument of this research is Scanning Electron Microscope (SEM) which is integrated with testing with the Energy Dispersive X-ray Spectroscopy (EDX) research instrument. Sampling of forage was carried out at the Teaching Farm Lingsar, Mataram University. Each forage sample was taken approximately 53 g fresh weight. The parameters used are the content of Zinc (Zn), Manganese (Mn), Copper (Cu), Cobalt (Co), and Selenium (Se). Data from the analysis of essential mineral content using SEM is statistically descriptive with data tabulation, data conversion, data averaging and processing with the help of Microsoft Excel. The results of several experiments using Scanning Electron Microscope (SEM) based on the elements of Zn, Mn, Cu, Co and Se, among others: The results of the percentage of Zn elements for grass 0.31% and legumes 0.65%. The results of the percentage of Mn elements for grass 0.31% and legumes 0.65%. The results of the percentage of Cu elements for grass 4.87% and legumes 7.15%. The results of the percentage of Co elements for grass 0.33% and legumes 0.21%. The results of the Se element percentage for grass 0.23% and legumes 0.7%.

Keywords: Mineral, metabolism, Scanning Electron Microscope (SEM).

Pendahuluan

Mineral termasuk unsur penyusun nutrisi dengan fungsi sebagai pertahanan tubuh, reproduksi, produksi dan kesehatan tubuh hewan (NRC, 2007). Secara umum mineral berperan menjadi katalisator yang menyeimbangkan membran sel, menyeimbangkan asam basa, menjadikan aktif kerja enzim, serta terlibat dalam proses fermentasi dari mikroba rumen (Fathul & Wajizah, 2010). Pada ruminansia, peran penting mineral adalah memberikan pengaruh simbiotik mikroflora disaluran pencernaan (Georgievskii, 1982a). Proses fermentasi yang terjadi pada rumen merupakan pengaruh dari pencernaan yang dialami ternak ruminansia. Pola pakan dari ruminansia yang baik akan berpengaruh pada

pertumbuhannya dengan memberikan suplai nutrisi yang baik bagi mikroba rumen, memelihara konsistensi proses fermentasi pada cairan rumen, dan memelihara pemenuhan kebutuhannya nutrisi ternak (Sutardi et al., 2007).

Menurut Arora (1989) dalam Uhi (2005), mineral Zn berperan penting dalam meningkatkan aktivitas mikroba rumen untuk proses fermentasi dan metabolisme, dalam kadar normal dapat menstimulasi sintesis protein mikroba, sedangkan mineral Co bermanfaat dalam mensintesis vitamin B12 melalui mikroorganisme, dimana Co merupakan faktor ekstrinsik untuk membentuk suatu kompleks dengan faktor intrinsik dalam abomasum. Pertumbuhan dari rumen sangat dipengaruhi oleh tingkat suplai mineral yang tersedia. Kebutuhan terhadap Seng (Zn) pada

pertumbuhan rumen dapat mencapai 130 hingga 220 ppm (Hungate, 2013). Sapi perah memerlukan Zn sejumlah 40 ppm. Untuk perkembangan hingga masa stagnan pertumbuhan sapi potong memerlukan 20 hingga 30 ppm, domba 35 hingga 50 ppm (NRC, 1980a). Menurut Little, (1986) kebutuhan ruminansia terhadap Zn dapat mencapai 20 sampai 38mg.kgu1 bahan kering. Apabila diperhatikan bahwa kondisi mikroba rumen dan mineral seng ternak belum dapat terpenuhi kebutuhan Zn pada pakan ruminansia.

Georgievskii, (1982a) menerangkan tambahan pada mikromineral Mn akan memberi rangsangan terhadap pertambahan jumlah mikroba rumen dan memberikan pengaruh pada sintesis protein, sementara tambahan Cu berpengaruh pada terbentuknya Volatile Fatty Acids (VFA) dan sintesis mikroba rumen. Tembaga (Cu) adalah elemen penting yang dibutuhkan oleh sapi dan hewan lainnya untuk sejumlah fungsi biokimia (Davis dan Mertz, 1987 dalam Mondal & Biswas, 2007). NRC (1985) memaparkan bahwa suplemen terhadap komponen Mn dan Cu adalah 40 dan 10 ppm pada pakan domba (Endang *et al.*, 2010). Dengan memberikn mineral Zn akan menstimulus mikroba rumen untuk tumbuh (Putra, 1999) dan memperbaiki struktur tubuh hewan (Hartati, 1998). Kondisi mineral Cu dalam tubuh ternak mengalami penurunan hingga tahap defisien (Sutrisno, 1983). Secara umum Cu difungsikan tubuh ternak tidak lebih dari 5 hingga 10% bagi yang telah dewasa, 15% hingga 30% untuk ternak muda, dan 1% hingga 3% untuk ruminansia (McDowell, 1992).

Toksisitas Cu memiliki tingkatan penerimaan spesies yang variatif. Toksisitas Cu pada ruminansia biasanya bersifat sensitif, sementara Cu untuk nonruminansia tergolong masih menerima. Hal ini dikarenakan kondisi yang disebabkan metabolisme sulfur. Tingkat toleran sapi dapat mencapai level 100 ppm, sementara domba 25 ppm (NRC, 1980b). Mineral kobalt termasuk salah satu trace elemen yang kandungannya terbatas pada pakan ternak (Ahmed *et al.*, 2001). Mikroba rumen membutuhkan Co untuk struktur cincin korin selama sintesis vitamin B12. Vitamin B12 sangat penting sebagai kofaktor untuk methylmalonyl-CoA mutase dan metionin sintesa pada gluconeogenesis dan sintesis

metionin. Kekurangan Co menurunkan populasi mikroba, membatasi jumlah vitamin B12 yang tersedia untuk mikroba dan hewan inang (Tiffany *et al.*, 2003) dan berakibat pada berkurangnya asupan dan rata-ratapertambahan berat badan harian (Wang *et al.*, 2007). Hershko *et al.*, (2006) juga menunjukkan bahwa defisiensi vitamin B12 dapat didahului oleh defisiensi Fe (Adelina *et al.*, 2013)

Selenium (Se) merupakan salah satu unsur integral dari enzim glutation peroksidase dengan fungsi mereduksi peroksida yang menjadikan Se berepran penting untuk mempertahankan imunitas tubuh ternak. Penggunaan Se suplemen tergolong lebih mahal dibandingkan dengan penggunaan Se yang diperoleh dari bahan nabati (Endang *et al.*, 2010). Ruminansia tidak begitu memanfaatkan peran dari selenium karena reduksi selenium tidak terlarut oleh senyawa yang ada pada rumen. Sehingga ruminansia juga terkadang butuh dan bisa tidak terhadap Se. tetapi jika ruminansia butuh tidak lebih dari 0,05 hingga 0,3 ppm, untuk Se sapi perah ialah 0,3 ppm (NRC, 1989). Penelitian ini bertujuan untuk mencari informasi kandungan mineral-mineral essensial dalam hijauan pakan ternak yang urgensinya dalam metabolisme rumen.

Bahan dan Metode

Waktu dan tempat penelitian

Riset ini dilaksanakan bulan September 2023 di Laboratorium Terpadu Universitas Islam Negeri Mataram (UIN Mataram).

Bahan dan peralatan penelitian

Instrumen riset peneliti berupa seperangkat alat uji Scanning Electron Microscope (SEM): Holder tembaga, holder, karbon tip, pinset, gunting, computer, dan bahan pakan berupa hijauan pakan ternak terdiri dari 3 jenis gramine (rerumputan), yakni rumput raja, lapangan dan gajah dan 3 jenis legume (kacang-kacangan) yakni lamtoro, kacang tanah dan turi.

Metode penelitian

Pengambilan sampel hijauan pakan ternak dilakukan di Teaching Farm Lingsar Universitas Mataram. Setiap sampel hijauan pakan diambil kurang lebih 53 gr berat segar. Kemudian, bagian daun dan batang dipotong

dengan ukuran panjang 3-5 cm lalu dimasukkan dalam dehidrator selama 12 jam dan suhu 60 °C untuk memperoleh berat kering, setelah itu dilakukan penggilingan menggunakan blender sehingga menjadi serbuk menyerupai tepung. Sampel pakan yang sudah digiling dibawa ke Laboratorium Terpadu Universitas Islam Negeri Mataram. Sampel hijauan pakan ternak dari jenis rumput dan legume di analisis dengan instrumen riset berupa Scanning Electron Microscope (SEM) Merk JOEL Tipe JEM-7000 yang integrasi dengan pengujian dengan instrumen riset Energy Dispersive X-ray Spectroscopy (EDX).

Sampel hijauan yang sudah dijadikan halus kemudian ditempatkan pada holder sampel sebelumnya telah ditaruhkan cabon tape. Untuk menguatkan bahan yang ditempel, digunakan hand blower untuk mengeringkan sampel telah diberikan conducting glue. Proses selanjutnya membersihkan cabon tape dari sisa sampel. Langkah terakhir adalah menyimpan sampel dalam ruangan vakum untuk dilakukan

analisis dan dimonitor dari layar komputer. Hasil bisa dicetak langsung dan disimpan dalam bentuk file pdf ataupun word.

Parameter yang diamati

Riset ini menggunakan parameter berupa kandungan Seng (Zn), Mangan (Mn), Tembaga (Cu), Kobalt (Co), dan Selenium (Se) dalam hijauan pakan ternak dari jenis rumput yang dibutuhkan dalam metabolisme rumen.

Analisa data

Data hasil analisis kandungan mineral essential menggunakan SEM dianalisis secara statistik deskriptif dengan tabulasi data, konversi data, rata-rata data dan dilakukan pengolahan dengan bantuan Microsoft Excel (Ashari & Santoso, 2005).

Hasil dan Pembahasan

Perolehan hasil riset peneliti adalah kandungan mineral mikro dalam hijauan pakan ternak tampak dalam **Tabel 1** di bawah ini.

Tabel 1. Kandungan Mineral Mikro Dalam Hijauan Pakan Ternak untuk Kebutuhan Metabolisme Rumen

Unsur Mineral%	Hijauan Pakan Ternak									
	RR	RL	RG	Rerata	Stdev	LO	KT	TR	Rerata	Stdev
Zn	0.33	0.40	0.20	0.31	0.10	0.50	0.39	1.07	0.65	0.37
Mn	0.16	0.20	0.25	0.20	0.05	0.22	0.21	0.21	0.21	0.01
Cu	4.47	5.29	4.84	4.87	0.41	8.40	5.30	7.75	7.15	1.63
Co	0.23	0.27	0.14	0.21	0.07	0.29	0.22	0.47	0.33	0.13
Se	0.23	nd	nd	0.23	0.00	nd	0.01	0.07	0.04	0.04

Sumber: Data primer diolah (2023)

RR. Rumput Raja, RL. Rumput Lapangan, RG. Rumput Gajah, Lo. Lamtoro,

KT. Kacang Tanah, Tr. Turi

Keterangan: nd = Tidak ditemukan

Data **Tabel 1** menunjukkan kandungan mineral essential dari 6 jenis hijauan pakan ternak terdiri dari golongan 3 jenis *rumpun* (*Gramineae*) dan 3 jenis leguminosa (*Leguminosae*). Adapun unsur-unsur mineral essential antara lain Zink (Zn), Mangan (Mn), Tembaga (Cu), Cobalt (Co), Selenium (Se). Perlu diketahui bahwa ada beberapa unsur yang tidak terdeteksi ketika pengujian sampel. Hal ini disebabkan h sampel yang diuji memang benar tidak mengandung unsur yang dikehendaki dan/atau sampel tersebut mengandung unsur tertentu akan tetapi jumlah persentasenya sangat sedikit, sehingga tidak terbaca oleh alat analisis yaitu *Scanning Electron Microscope* (SEM).

SEM dapat memberikan informasi tentang komposisi permukaan suatu sampel (Masta, 2020). Namun, untuk mengidentifikasi unsur-unsur tertentu seringkali memerlukan teknik tambahan seperti spektroskopi dispersif energi (EDS) terintegrasi dengan SEM. Meskipun EDS memberikan informasi tentang unsur yang ada, EDS tidak selalu memberikan informasi yang cukup untuk menentukan komposisi kimia atau mineral secara tepat.

Kadar mineral mikro dalam hijauan pakan

Perolehan hasil riset peneliti berupa nilai rerata kandungan unsur mineral Zn untuk jenis rumput $0,31\% \pm 0,10$ lebih kecil dari unsur Zn

untuk jenis leguminosa yaitu $0,65\% \pm 0,37$. Meskipun demikian nilai rata-rata hijauan pakan rumput dan legum masih dalam kisaran normal. Menurut Yardimci *et al.*, (2007) melaporkan bahwa kisaran nilai normal kandungan mineral pada tanaman Alfalfa untuk unsur Zn 21,000-70,000 ppm jika dikonversi ke persen (%) menjadi $0,21\% - 0,70\%$. Tanaman rumput-rumputan kandungan mineral Mn $0,20\% \pm 0,05$ tidak jauh berbeda dengan kandungan Mn pada leguminosa yakni Mn $0,21\% \pm 0,01$, sedangkan kandungan mineral Cu $4,87\% \pm 0,41$ lebih rendah dibandingkan dengan tanaman leguminosa yang kadar mineral Cu-nya $7,15\% \pm 1,63$, dan untuk kandungan mineral Co $0,21\% \pm 0,07$ lebih kecil dari unsur Co jenis leguminosa yakni $0,33\% \pm 0,13$, sebaliknya unsur mineral Si-nya lebih tinggi.

Perbedaan ini kemungkinan disebabkan oleh perbedaan genetika antara tanaman maupun lingkungan tempat tanaman tumbuh, bisa menjadi penyebab mengapa kandungan unsur mineral silicon dalam rumput lebih tinggi dibandingkan dalam leguminosa. Menurut Silalahi (2016) karena adaptasi genetik yang berbeda, rumput mungkin menyerap lebih banyak silicon daripada leguminosa. Tanaman memiliki mekanisme internal yang dapat mempengaruhi penyerapan mineral tertentu dari tanah, dan kecenderungan ini dapat berbeda antara spesies tanaman. Untuk unsur mineral Co pada tanaman leguminosa rata-rata diperoleh $0,33\% \pm 0,13$. Nilai ini lebih tinggi dibandingkan Co pada tanaman rumput-rumputan yaitu $0,21\% \pm 0,10$.

Kandungan cobalt lebih tinggi pada tanaman leguminosa dibandingkan tanaman rumput bisa disebabkan hubungan yang erat antara leguminosa dengan bakteri Rhizobium. Bakteri Rhizobium bekerja sama dengan tanaman leguminosa seperti kacang-kacangan, polong-polongan, dan kacang tanah untuk menghasilkan nitrogen (Purbalisa & Dewi, 2019). Cobalt yang diperlukan untuk aktivitas enzim nitrogenase sering kali lebih banyak ditemukan dalam tanah di sekitar akar tanaman leguminosa yang memiliki hubungan simbiotik ini. Dalam hal ini, dibandingkan dengan tanaman rumput yang tidak memiliki hubungan simbiotik serupa dengan bakteri fiksasi nitrogen, kandungan cobalt dalam tanaman leguminosa menyebabkan lebih tinggi.

Kebutuhan mineral untuk metabolisme rumen

Proses pencernaan makanan dan penyerapan nutrisi ternak sangat dipengaruhi oleh metabolisme rumen. Proses ini mencakup interaksi kompleks antara mikroorganisme di dalam rumen dan asupan nutrisi, termasuk mineral-mineral tertentu yang penting untuk menjaga kesehatan dan kinerja optimal ternak. Metabolisme mineral rumen sangat penting untuk menjaga ternak sehat dan produktif. Beberapa mineral mikro yang dibutuhkan untuk rumen ternak yaitu Cobalt (Co), Zinc (Zn), Mangan (Mn), Selenium (Se), Tembaga (Cu). Mineral zink (Zn) memiliki peranan kuat terhadap peningkatan pertumbuhan mikroba rumen dan aktivitas enzim (Arora, 1995). Pertumbuhan mikroba dalam rumen seperti pembelahan sel, sintesis protein, serta reproduksi mikroba yang memungkinkan mempertahankan populasi mikroba tetap seimbang dan berfungsi optimal dalam mencerna pakan (Suttle, 2010).

Kebutuhan mineral seng (Zn) untuk rumen

Kandungan Zn dalam ransum ruminansia di Indonesia cenderung rendah, kebutuhan mikroba rumen relatif tinggi, mencapai 130–220 miligram per kilogram bahan kering ransum (Elihasridas *et al.*, 2012). Metaloenzim pada Zn berpengaruh besar pada jumlah fosfatase alkalis, enzim polimerase DNA, peptidase karboksi A dan B. Sintesis protein, absorpsi asam amino, proliferasi DNA, proses pencernaan protein, serta proses pengolahan energi sangat dipengaruhi seluruh enzim tersebut (Larvor, 1983) dengan tingkat mikroorganisme rumen mencapai 130 dan 220 mg.kg-1. Zn dalam ransum ruminansia di Indonesia berada pada kisaran 20 dan 38 mg.kg-1 (Little, 1986), sehingga tanpa disadari ruminansia dapat mengalami defisiensi Zn khususnya ternak di Indonesia (Tanuwiria *et al.*, 2011).

Zn yang dibutuhkan ruminansia berupa sapi perah 40 ppm, 20-30ppm untuk sapi potong yang sedang mengalami perkembangan hingga mencapai kondisi tubuh maksimal, sementara domba dapat mencapai 35-50ppm (Council, 1980b). Hasil penelitian yang telah dilaksanakan yakni Zn 0,31% untuk rumput dan 0,65% untuk legum jika dikonfersikan menjadi ppm maka menjadi 31ppm dan 65ppm maka dari jenis

rumpun-rumputan dan legume untuk unsur Zn dapat memenuhi kebutuhan mikroba rumen.

Kebutuhan mineral mangan (Mn) untuk rumen

Mineral mangan adalah mineral penting yang diperlukan untuk berbagai fungsi dalam tubuh ternak, termasuk mikroba dalam rumen. Fungsinya antara lain membantu metabolisme mikroba rumen, sintesis protein, antioksidan (superoxide dismutase) berkontribusi pada pencernaan dan penyerapan nutrisi terutama pakan serat (Yanuartono *et al.*, 2016). Mineral Mn banyak terdapat pada tanaman leguminosa seperti kacang tanah, kacang kedelai dan sebagainya dibandingkan dengan tanaman rumput. Karena, leguminosa toleransi terhadap kadar mangan yang tinggi dalam tanah (Seran, 2017). Hal ini sesuai hasil riset yang sudah dilakukan bahwa persentase kadar mineral Mn rerata lebih tinggi pada tanaman legum yaitu 0,65% dari pada tanaman rumput yaitu 0,31%. Sehingga untuk memenuhi kebutuhan mikroba rumen terhadap unsur mineral Mn ternak dapat diberikan pakan hijauan jenis kacang-kacangan dan/atau leguminosa.

Kebutuhan mineral tembaga (Cu) untuk rumen

Mineral tembaga (Cu) berperan mensintesis standarisasi hemoglobin. Unsur oksidase sitokrom, seruloplasmin, oksidase lisil dan oksidase sitokrom serta superoksida dismutase (SOD) kesemuanya memiliki unsur Cu yang memberikan peran secara biologis pada pengolahannya (NRC, 2001). Tambahan Cu dengan jumlah 10-30 mg/kg BK ransum basal dengan kandungan 5,7 mg Cu/kg BK memberikan pengaruh dan dampak terhadap zat pakan domba. Hewan dewasa dapat menyerap Cu sejumlah 5%-10%, 15%-30% pada hewan muda, dan 1%-3% pada ruminansia (McDowell, 1992). Hasil penelitian yang telah dilakukan untuk rumput dan legum yakni masing-masing unsur Cu 4,87% dan 7,15%.

Kebutuhan Mineral Kobalt (Co) dan Selenium (Se) Untuk Rumen

Mineral kobalt dan selenium bertanggung jawab atas kesehatan mikroba rumen, yang berdampak pada pencernaan ternak ruminansia. Dwipartha *et al.*, (2014) melaporkan kobalt

diperlukan dalam pembentukan vitamin B12 oleh bakteri dalam rumen. Vitamin B12 berperan penting dalam memproduksi sel darah merah dan fungsi saraf pada ternak. Mikroba yang terdapat pada rumen menggunakan kobalt untuk mensintesis kobalamin, yang kemudian diserap oleh ternak. Rudiana (2019) menjelaskan mineral lain yang penting untuk kesehatan mikroba rumen adalah selenium. Mineral ini berfungsi sebagai bagian dari enzim antioksidan seperti glutathione peroxidase, yang melindungi mikroba rumen dari stres oksidatif. Hal ini dapat meningkatkan kelangsungan hidup dan kesehatan mikroba, serta untuk mendukung pencernaan dan penyerapan nutrisi yang lebih baik pada ternak ruminansia.

Hasil penelitian menerangkan bahwa persentase kadar mineral cobalt rata-rata lebih tinggi diperoleh pada hijauan jenis leguminosa dibandingkan jenis rumput. Rata-rata persentase kadar hijauan leguminosa yaitu 0,33% sedangkan leguminosa yaitu 0,21%. Ini Seperti yang disampaikan Underwood and Suttle (1999) dalam Suttle (2010) tanaman leguminosa (kacang-kacangan) lebih kaya mineral kobalt dari pada tanaman rumput yang tumbuh dalam kondisi yang sama (Amin *et al.*, 2023). Kebutuhan makanan akan selenium dan metabolismenya dipengaruhi oleh banyak keterkaitan nutrisi, termasuk interaksinya dengan sulfur, lipid, vitamin E, protein, asam amino, dan beberapa elemen mikro. Kebutuhan selenium untuk ternak ruminansia umumnya 0,1 hingga 0,2 ppm dalam pakan. Namun, angka ini bisa bervariasi berdasarkan jenis ternak dan kebutuhan spesifik mereka (Ammerman *et al.*, 1974).

Kebutuhan ternak terhadap mineral Se dipenuhi dengan cara diberikan hijauan pakan seperti rumput raja, daun turi dan kacang tanah. Berdasarkan hasil penelitian bahwa rumput lapangan dan gajah tidak terdeteksi kandungan selenium. Apabila dalam analisis sampel tidak terdeteksi, hal ini disebabkan dua kemungkinan yaitu sampel tersebut tidak mengandung unsur yang dihendaki, atau sampel tersebut mengandung unsur tetapi jumlahnya sangat sedikit dan dibawah batas deteksi minimalnya, sehingga tidak terbaca oleh Scanning Electron Microscope (SEM). Sedangkan rumput raja, daun turi dan kacang tanah masing-masing 0,23%, 0,07% dan 0,01%. Hasil penelitian

menyatakan tambahan Se organik pada pakan hewan sejumlah 0,3 ppm berpengaruh pada peningkatan jumlah Se pakan sapi hingga 0,608 mg/kg dengan tujuan untuk meningkatkan jumlah selenium organik dari pakan hewan peliharaan pada produktivitasnya (Endang *et al.*, 2010).

Kesimpulan

Kadar mineral mikro di dalam hijauan pakan ternak untuk jenis tanaman kacang-kacangan (leguminosa) lebih tinggi dibandingkan jenis rerumputan. Meski demikian, ada begitu banyak unsur mineral mikro esensial yang sangat dibutuhkan untuk metabolisme rumen seperti Zn, Mn, Cu, Co dan Se. Kebutuhan mineral mikro untuk metabolisme mikroba dalam rumen dapat tercukupi dengan memberikan kombinasi pakan jenis rumput dan legum. Perlu dilakukan studi lanjut untuk menganalisis *in vitro* pada ternak setelah diberikan pakan hijauan ternak yang terdapat kandungan mineral esensial. Adapun hasil dari beberapa percobaan menggunakan Scanning Eelectron Microscope (SEM) berdasarkan unsur Zn, Mn, Cu, Co dan Se antara lain: hasil persentase unsur Zn untuk rumput 0,31% dan legum 0,65%; hasil persentase unsur Mn untuk 0,31% dan legum 0,65%; hasil persentase unsur Cu untuk rumput 4,87% dan legum 7,15%; hasil persentase unsur Co untuk rumput 0,33% dan legum 0,21%; hasil persentase unsur Se untuk rumput 0,23% dan legum 0,7%.

Ucapan Terima Kasih

Peneliti ucapkan terima kasih kepada pihak yang terlibat dalam penelitian ini, baik secara moral maupun materil.

Referensi

Adelina, T., Boediono, A., Permana, I. G., Wiradarya, T. R., Evvyernie, D., & Toharmat, T. (2013). Roles of dietary cobalt and administration of mixed rumen bacteria in regulating hematological parameters of pre-weaning twin lambs. *Media Peternakan*, 36(2), 126–130. DOI:

<https://doi.org/10.5398/medpet.2013.36.2.126>

Ahmed, M. M. M., Hamed, T. F. M., & Barri, M. E. S. (2001). Variation of zinc and copper concentrations in the plasma of Nubian goats according to physiological state. *Small Ruminant Research*, 39(2), 189–193. DOI:

[https://doi.org/10.1016/S0921-4488\(00\)00183-8](https://doi.org/10.1016/S0921-4488(00)00183-8)

Amin, M., Aryadin Putra, R., Suhardiani, A., Andriati, R., Yanuarianto, O., Hidayat Dilaga, S., & Nur Muhamad. (2023). Kandungan Mineral Hijauan Pakan yang Diberikan kepada Sapi Bali di Pulau Lombok (Mineral Content of Forage Feed Given to Bali Cattle in Lombok Island). *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Peternakan Indonesia*, 9(1), 1–8. DOI:

<https://doi.org/10.29303/jitpi.v9i1.161>

Ashari, P. B. S., & Santoso, B. (2005). *Analisis statistik dengan Microsoft excel dan SPSS*. Yogyakarta.

Endang, Y. S., Ujang, H. T., & Muhayatun, S. (2010). *The organic selenium identification on the cattle feedstuffs in Sumedang region*. URL: <https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/Public/48/059/48059311.pdf?r=1>

Fathul, F., & Wajizah, S. (2010). Penambahan Mikromineral Mn dan Cu dalam Ransum terhadap Aktivitas Biofermentasi Rumen Domba; Secara *In Vitro*. *Jurnal Ilmu Ternak Dan Veteriner*, 15(1), 9–15. URL: <http://repository.lppm.unila.ac.id/id/eprint/22029>

Georgievskii, V. I. (1982a). The physiological role of macroelements. *Mineral Nutrition of Animals*, 1(2), 91–170. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-408-10770-9.50009-4>

Georgievskii, V. I. (1982b). The physiological role of macroelements. *Mineral Nutrition of Animals*, 1(2), 91–170. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-408-10770-9.50009-4>

Hartati, E. (1998). *Suplementasi minyak lemuru dan seng ke dalam ransum yang mengandung silase pod kakao dan urea untuk memacu pertumbuhan sapi Holstein jantan*. URL:

- <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/869>
- Hungate, R. E. (2013). *The rumen and its microbes*. Elsevier.
- Little, D. A. (1986). The mineral content of ruminant feeds and potential for mineral supplementation in South-East Asia with particular reference to Indonesia. *Ruminant Feeding Systems Utilizing Fibrous Agricultural Residues*.
- Masta, N. (2020). *Buku Materi Pembelajaran Scanning Electron Microscopy*. URL: <http://repository.uki.ac.id/8190/1/BMPScanningElectronMicroscopy.pdf>
- McDowell, L. R. (1992). *Minerals in animal and human nutrition*. Academic Press Inc.
- Mondal, M. K., & Biswas, P. (2007). Different sources and levels of copper supplementation on performance and nutrient utilization of castrated black Bengal (*Capra hircus*) kids diet. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 20(7), 1067–1075. URL: <https://www.animbiosci.org/upload/pdf/20-150.pdf>
- Neville F. Suttle. (2010). *Mineral Nutrition of Livestock, 4th Edition*. DOI: <https://doi.org/10.1079/9781845934729.000>
- NRC. (1980a). *Mineral tolerance of domestic animals* (Issue 3022). National Academies Press.
- NRC. (1980b). *Mineral tolerance of domestic animals* (Issue 3022). National Academies Press.
- NRC. (2007). *Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids* (NRC, Ed.). The National Academies Press.
- Putra, S. (1999). *Peningkatan performans sapi Bali melalui perbaikan mutu pakan dan suplementasi seng asetat*. URL: <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/1735>
- Sutardi, T., Toharmat, T., Manalu, W., Ramli, N., & Tanuwiria, U. (2007). *Respon terhadap Suplementasi Sabun Mineral dan Mineral Organik serta Kacang Kedelai Sangrai pada Indikator Fermentabilitas Ransum dalam Rumen Domba*. URL: <https://journal.ipb.ac.id/index.php/mediapeternakan/article/view/1042/0>
- Sutrisno, C. I. (1983). *Pengaruh minyak nabati dalam mengatasi defisiensi Zn pada sapi yang memperoleh ransum berbahan dasar jerami padi*. URL: <https://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/1030>
- Tiffany, M. E., Spears, J. W., Xi, L., & Horton, J. (2003). Influence of dietary cobalt source and concentration on performance, vitamin B12 status, and ruminal and plasma metabolites in growing and finishing steers. *Journal of Animal Science*, 81(12), 3151–3159. DOI: <https://doi.org/10.2527/2003.81123151x>
- Uhi, H. T. (2005). *Pengujian in Vitro Gelatin Sagu, Sumber NPN, Mineral Kobalt dan Seng pada Cairan Rumen Domba (Evaluation in Vitro Gelatinized Sago, Sources NPN, Minerals Cobalt and Zinc on the System of Sheep Rumen)*. *Jurnal Ilmu Ternak Universitas Padjadjaran*, 5(2). DOI: <https://doi.org/10.24198/jit.v5i2.2289>
- Wang, R. L., Kong, X. H., Zhang, Y. Z., Zhu, X. P., & Jia, Z. H. (2007). Influence of dietary cobalt on performance, nutrient digestibility and plasma metabolites in lambs. *Animal Feed Science and Technology*, 135(3–4), 346–352. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2006.08.011>
- Yardimci, N., Eryigit, H., & Erda, I. (2007). Effect of Alfalfa mosaic virus (AMV) on the content of some macro-and micronutrients in alfalfa. *Journal of Culture Collections*, 5(1), 90–93. DOI: <https://www.bioline.org.br/pdf?cc06013>