

Karakteristik Fisik Urea Molases Mineral Blok (UMMB) yang Diperkaya dengan Tanin

Physical Characteristics of Molasses Mineral Urea Blocks (UMMB) Enriched with Tannins

F.P. Nurcahyani*, U. Rosani, R.F. Ramadhan

Departemen Nutrisi Ternak dan Teknologi Pakan, Fakultas Peternakan, Universitas Padjadjaran
Jalan Ir. Soekarno KM. 21, Jatinangor, Sumedang, Jawa Barat, 45363

*Correspondence e-mail: fitria22007@mail.unpad.ac.id

ABSTRAK

Karakteristik fisik merupakan salah satu faktor penting yang menentukan kualitas, stabilitas penyimpanan, dan keberhasilan penggunaan Urea Molases Mineral Blok (UMMB) sebagai suplemen pakan ruminansia. Informasi mengenai pengaruh penambahan tanin terhadap karakteristik fisik UMMB masih terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh perubahan proporsi tanin dan dedak padi terhadap kadar air, densitas, daya serap air, dan berat jenis UMMB. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat perlakuan, yaitu P0 (0% tanin dan 20% dedak padi), P1 (5% tanin dan 15% dedak padi), P2 (10% tanin dan 10% dedak padi), dan P3 (15% tanin dan 5% dedak padi), masing-masing diulang sebanyak lima kali. Data dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) dan dilanjutkan dengan uji Duncan pada taraf signifikansi 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perubahan proporsi tanin dan dedak padi berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap seluruh parameter yang diamati. Peningkatan proporsi tanin menyebabkan kadar air meningkat dari 7,85% menjadi 11,66% dan daya serap air meningkat dari 0,55% menjadi 8,30%, sedangkan densitas menurun dari 1,39 g/mL menjadi 1,08 g/mL dan berat jenis menurun dari 1,01 g/mL menjadi 0,73 g/mL. Disimpulkan bahwa peningkatan proporsi tanin yang diikuti penurunan proporsi dedak padi mampu memodifikasi karakteristik fisik UMMB, dengan perlakuan 5% tanin dan 15% dedak padi menghasilkan karakteristik fisik yang terbaik.

Kata kunci: Kadar Air, Densitas, Daya Serap Air, Berat Jenis, Tanin, Urea Molases Mineral Blok (UMMB)

ABSTRACT

Physical characteristics are important factors that determine the quality, storage stability, and effectiveness of Urea Molasses Mineral Blocks (UMMB) as a feed supplement for ruminants. Information regarding the effect of tannin inclusion on the physical characteristics of UMMB is still limited. This study aimed to evaluate the effects of varying proportions of tannin and rice bran on the moisture content, density, water absorption capacity, and specific gravity of UMMB. A Completely Randomized Design (CRD) was employed with four treatments: P0 (0% tannin and 20% rice bran), P1 (5% tannin and 15% rice bran), P2 (10% tannin and 10% rice bran), and P3 (15% tannin and 5% rice bran), with five replications per treatment. Data were analyzed using analysis of variance (ANOVA), followed by Duncan's multiple range test at a 5% significance level. The results showed that changes in the proportions of tannin and rice bran significantly affected ($P < 0.05$) all observed parameters. Increasing the proportion of tannin increased moisture content from 7.85% to 11.66% and water absorption capacity from 0.55% to 8.30%, while density decreased from 1.39 g/mL to 1.08 g/mL and specific gravity decreased from 1.01 g/mL to 0.73 g/mL. It is concluded that an increase in the proportion of tannins followed by a decrease in

the proportion of rice bran is able to modify the physical characteristics of UMMB, with the treatment of 5% tannins and 15% rice bran producing the best physical characteristics.

Keywords: Moisture Content, Density, Water Absorption Capacity, Specific Gravity, Tannin, Urea Molasses Mineral Block (UMMB)

PENDAHULUAN

Pakan merupakan faktor utama yang menentukan produktivitas ternak ruminansia. Selain kecukupan nutrisi, bentuk dan kualitas fisik pakan juga berperan penting dalam menjamin konsumsi, penyimpanan, serta efisiensi pemanfaatan nutrisi oleh ternak. Salah satu teknologi suplementasi pakan yang banyak dikembangkan untuk meningkatkan kualitas pakan ruminansia adalah Urea Molasses Mineral Blok (UMMB). UMMB merupakan suplemen pakan berbentuk blok padat yang mengandung sumber energi, nitrogen non-protein, mineral, dan bahan pengikat yang dirancang untuk menyediakan nutrisi secara bertahap sehingga dapat mendukung aktivitas mikroba rumen dan meningkatkan efisiensi pemanfaatan pakan (Andita et al., 2024).

Keberhasilan penggunaan UMMB tidak hanya ditentukan oleh kandungan nutrisinya, tetapi juga oleh kualitas fisiknya. Karakteristik fisik seperti kadar air, densitas, daya serap air, dan berat jenis merupakan parameter penting yang memengaruhi stabilitas produk selama penyimpanan, ketahanan terhadap kerusakan mekanis, serta pola konsumsi oleh ternak. Kadar air yang tinggi dapat mempercepat pertumbuhan mikroorganisme dan menurunkan daya simpan produk, sedangkan densitas dan berat jenis berpengaruh terhadap kekompakan blok, kemudahan penanganan, transportasi, serta tingkat konsumsi oleh ternak. Daya serap air juga menjadi indikator penting karena berkaitan dengan kemampuan produk mempertahankan bentuk, stabilitas, dan kualitasnya pada kondisi lingkungan dengan tingkat kelembapan yang berbeda (Zhao et al., 2022; Albis Arrieta et al., 2024).

Berbagai upaya telah dilakukan untuk memperbaiki karakteristik fisik UMMB melalui modifikasi bahan penyusun maupun bahan pengikat. Omoniyi et al. (2013) melaporkan bahwa perbedaan jenis bahan pengikat pada UMMB menghasilkan tingkat kekompakan, stabilitas, dan daya tahan penyimpanan yang berbeda. Penelitian Ishola et al. (2021) juga menunjukkan bahwa kadar air berpengaruh terhadap densitas dan kekuatan mekanis blok, dimana peningkatan kadar air menyebabkan penurunan densitas dan kekuatan struktur UMMB. Hidayati et al. (2024) melaporkan bahwa perubahan komposisi bahan penyusun UMMB secara nyata memengaruhi kadar air dan kualitas fisik produk. Hasil-hasil tersebut menunjukkan bahwa karakteristik fisik UMMB sangat dipengaruhi oleh komposisi bahan yang digunakan dalam formulasi.

Salah satu bahan yang berpotensi digunakan untuk memodifikasi karakteristik fisik UMMB adalah tanin. Tanin merupakan senyawa polifenol alami yang banyak ditemukan pada berbagai bagian tanaman seperti daun, buah, biji, kulit batang, dan akar. Tanin memiliki kemampuan membentuk ikatan kompleks dengan protein, polisakarida, dan berbagai makromolekul lainnya melalui ikatan hidrogen maupun interaksi hidrofobik (Cosme et al., 2025). Kemampuan tersebut menyebabkan tanin banyak dimanfaatkan sebagai bahan pengikat dan penstabil pada berbagai produk berbasis biomassa karena mampu memengaruhi struktur fisik, stabilitas, dan retensi air suatu material (Hoque et al., 2025).

Secara fisikokimia, keberadaan gugus hidroksil dalam molekul tanin memungkinkan terjadinya interaksi dengan molekul air sehingga dapat memengaruhi kemampuan bahan dalam menyerap dan mempertahankan air. Bahlawan et al. (2024) melaporkan bahwa perubahan kandungan tanin pada biji sorgum berpengaruh terhadap water adsorption index, water solubility index, dan swelling power bahan. Hasil tersebut menunjukkan bahwa tanin tidak hanya berfungsi sebagai senyawa bioaktif, tetapi juga dapat memengaruhi karakteristik fisik suatu bahan melalui perubahan kemampuan penyerapan air dan struktur matriks penyusunnya.

Penelitian mengenai pemanfaatan tanin pada pakan ruminansia umumnya berfokus pada peningkatan efisiensi pemanfaatan protein, peningkatan protein bypass, modulasi fermentasi rumen, serta penurunan produksi metana melalui perubahan aktivitas mikroba rumen dan pola fermentasi (Menci et al., 2022). Sementara itu, penelitian mengenai UMMB lebih banyak membahas formulasi nutrisi, bahan pengikat, dan performa ternak. Informasi mengenai pengaruh penambahan tanin terhadap karakteristik fisik UMMB, khususnya kadar air, densitas, daya serap air, dan berat jenis, masih sangat terbatas. Padahal, parameter tersebut merupakan indikator penting yang menentukan kualitas penyimpanan, ketahanan fisik, dan keberhasilan penggunaan UMMB di lapangan. Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi pengaruh penambahan tanin pada berbagai level dalam formulasi Urea Molases Mineral Blok terhadap karakteristik fisik UMMB yang meliputi kadar air, densitas, daya serap air, dan berat jenis. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah mengenai potensi penggunaan tanin sebagai bahan tambahan dalam formulasi UMMB untuk menghasilkan kualitas fisik produk yang lebih baik.

MATERI DAN METODE

Rancangan Penelitian

Penelitian dilaksanakan menggunakan metode eksperimental dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri atas 4 perlakuan dan 5 ulangan, sehingga terdapat 20 unit percobaan. Perlakuan disusun berdasarkan perbedaan tingkat substitusi dedak padi dengan tanin dalam formulasi Urea Molases Mineral Blok (UMMB). Bahan yang digunakan dalam penyusunan UMMB terdiri atas tanin yang diekstrak menggunakan metode *hot water extraction*, dedak padi, urea, molases, mineral mix, semen putih, tepung gaplek, dan garam. Komposisi penyusun UMMB setiap perlakuan tercantum pada tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Bahan Penyusun UMMB Perlakuan

Bahan	Perlakuan			
	P0	P1	P2	P3
	%.....			
Tanin	0	5	10	15
Dedak Padi	20	15	10	5
Urea	5	5	5	5
Molases	17,5	17,5	17,5	17,5
Mineral Mix	17,5	17,5	17,5	17,5
Semen Putih	10	10	10	10
Tepung Gaplek	20	20	20	20
Garam	10	10	10	10
Total	100	100	100	100

Tabel 2. Kandungan Nutrien UMMB Perlakuan

Kandungan Nutrien	Perlakuan			
	P0	P1	P2	P3
	%.....			
Bahan Kering	69,44	69,73	70,02	70,31
Protein Kasar	18,78	18,13	17,48	16,83
Lemak Kasar	2,91	2,47	2,04	1,61
Serat Kasar	6,52	5,83	5,13	4,44
Abu	7,26	6,58	5,90	5,22
BETN	50,86	48,82	46,78	44,74
Calsium	6,63	6,63	6,63	6,63
Fosfor	1,05	1,05	1,05	1,05
Tanin	0,00	5,00	10,00	15,00
TDN	51,94	48,54	45,15	41,75

Sumber: Formulasi WinFeed 2.8

Metode Pembuatan UMMB

Pembuatan UMMB menggunakan metode panas yang mengacu pada Salvia et al. (2022). Modifikasi dilakukan pada tahap pemanasan, yaitu dengan mencampurkan tepung gaplek ke dalam molases dan memanaskannya pada suhu 100–120°C selama ± 10 menit sebelum dicampurkan dengan bahan penyusun lainnya. Molases dicampurkan dengan tepung gaplek kemudian dipanaskan pada suhu 100–120°C selama 10 menit. Setelah suhu campuran menurun hingga $\pm 70^\circ\text{C}$, bahan lain berupa dedak padi, tanin, mineral, garam, urea, dan semen putih dicampurkan hingga homogen. Campuran kemudian ditimbang masing-masing sebanyak 1000 gram kemudian dicetak. Pencetakan dilakukan menggunakan alat cetak hidrolik modifikasi yang memanfaatkan dongkrak hidrolik listrik sebagai sumber gaya tekan. Alat terdiri atas rangka baja, cetakan berbentuk silinder, dan dongkrak hidrolik listrik yang menghasilkan tekanan secara vertikal. Proses pencetakan dilakukan dengan menempatkan campuran ke dalam cetakan, kemudian diberi tekanan hingga mencapai kepadatan yang diinginkan sebelum briket dikeluarkan dari cetakan. Blok UMMB yang telah terbentuk selanjutnya dikeringkan selama empat belas hari hingga mencapai berat stabil.

Analisis Sampel

Analisis karakteristik fisik UMMB meliputi kadar air, densitas, daya serap air, dan berat jenis. Kadar air ditentukan menggunakan oven pengering laboratorium (*hot air drying oven*) dengan rentang suhu *ambient* +5 hingga 250°C, akurasi suhu $\pm 1^\circ\text{C}$, sistem sirkulasi udara alami (*natural convection*), dan catu daya 220 V, 50 Hz. Sampel dikeringkan pada suhu 105°C hingga mencapai bobot konstan sesuai dengan metode AOAC (2005). Densitas diukur berdasarkan perbandingan antara berat sampel dan volume ruang yang ditempati menurut metode Khalil (1999). Daya serap air ditentukan berdasarkan kemampuan sampel menyerap air dan dinyatakan sebagai persentase peningkatan bobot sampel setelah perendaman menurut metode Beuchat (1977). Berat jenis diukur menggunakan prinsip Archimedes sebagaimana dijelaskan oleh Khalil (1999).

Analisis Data

Data hasil penelitian dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) berdasarkan Rancangan Acak Lengkap (RAL) untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap parameter yang diamati. Hasil yang menunjukkan pengaruh nyata ($P < 0,05$) dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan untuk mengetahui perbedaan antarperlakuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar Air

Proporsi tanin dan dedak padi berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap kadar air UMMB. Nilai kadar air meningkat dari 7,85% pada P0 menjadi 11,66% pada P3. Peningkatan kadar air diduga berkaitan dengan meningkatnya kandungan tanin dalam formulasi UMMB. Tanin merupakan senyawa polifenol yang memiliki banyak gugus hidroksil sehingga mampu membentuk ikatan hidrogen dengan molekul air dan meningkatkan retensi air pada matriks bahan. Selain itu, perubahan komposisi bahan penyusun juga dapat memengaruhi kemampuan produk dalam menyerap dan mempertahankan air. Cosme et al. (2025) melaporkan bahwa tanin memiliki afinitas tinggi terhadap air dan makromolekul lain sehingga dapat memengaruhi sifat fisik bahan, termasuk kapasitas retensi air. Nilai kadar air UMMB pada penelitian ini berkisar antara 7,85–11,66%, lebih rendah dibandingkan kadar air UMMB yang dilaporkan Syafari et al. (2022), yaitu 22,15–26,20%. Perbedaan tersebut diduga disebabkan oleh perbedaan komposisi bahan penyusun dan penggunaan tanin sebagai bahan pengaya dalam formulasi UMMB. Meskipun demikian, kedua penelitian menunjukkan bahwa perubahan komposisi bahan penyusun berpengaruh terhadap kadar air produk. Peningkatan kadar air pada penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan tanin mampu memodifikasi karakteristik fisik UMMB melalui peningkatan kemampuan bahan dalam mengikat dan mempertahankan air.

Tabel 3. Rata - rata Kadar Air, Densitas, Daya Serap Air, dan Berat Jenis UMMB Perlakuan

Perlakuan	Kadar Air (%)	Densitas (g/ml)	Daya Serap Air (%)	Berat Jenis (g/ml)
P0	7,85±0,26 ^a	1,39±0,07 ^a	0,55±0,09 ^a	1,01±0,04 ^a
P1	8,03±0,19 ^a	1,32±0,05 ^{ab}	3,00±0,26 ^b	0,94±0,03 ^b
P2	8,75±1,05 ^a	1,27±0,05 ^b	4,02±0,66 ^c	0,88±0,04 ^c
P3	11,66±0,86 ^b	1,08±0,08 ^c	8,30±0,48 ^d	0,73±0,05 ^d

Rata-rata yang diikuti *superscript* unsur abjad yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$); P0 : Tanpa penambahan tanin; P1 : Penambahan tanin 5% ; P2 : Penambahan tanin 10%; P3 : Penambahan tanin 15%

Densitas

Proporsi tanin dan dedak padi berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap densitas UMMB. Nilai densitas menurun dari 1,39 g/mL pada P0 menjadi 1,08 g/mL pada P3. Penurunan densitas diduga merupakan hasil kombinasi meningkatnya penggunaan tanin dan berkurangnya dedak padi sebagai bahan pengisi. Dedak padi berperan dalam meningkatkan kekompakan struktur bahan, sedangkan penambahan tanin menyebabkan terbentuknya ruang antartikel yang lebih besar sehingga struktur blok

menjadi lebih berpori. Kondisi tersebut mengakibatkan penurunan tingkat pemadatan bahan dan menurunkan nilai densitas UMMB. Nilai densitas pada penelitian ini berkisar antara 1,08–1,39 g/mL, yang masih berada pada kisaran densitas UMMB yang dilaporkan Ishola et al. (2021), yaitu sekitar 0,66–1,06 g/mL. Perbedaan nilai densitas tersebut diduga disebabkan oleh perbedaan komposisi bahan penyusun, kadar air, dan metode pencetakan yang digunakan. Meskipun demikian, kedua penelitian menunjukkan bahwa peningkatan porositas bahan berkaitan dengan penurunan densitas blok pakan. Penurunan densitas pada penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan tanin mampu memodifikasi karakteristik fisik UMMB melalui perubahan tingkat kekompakan dan struktur internal blok. Seluruh perlakuan masih memiliki densitas di atas 1,0 g/mL sehingga menunjukkan bahwa UMMB tetap memiliki tingkat kekompakan yang baik dan tidak mudah mengalami kerusakan selama penanganan maupun penyimpanan.

Daya Serap Air

Proporsi tanin dan dedak padi berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap daya serap air UMMB. Nilai daya serap air meningkat dari 0,55% pada P0 menjadi 8,30% pada P3. Peningkatan tersebut diduga disebabkan oleh banyaknya gugus hidroksil (- OH) pada molekul tanin yang bersifat hidrofilik sehingga meningkatkan kemampuan bahan dalam berinteraksi dan membentuk ikatan hidrogen dengan molekul air. Selain itu, peningkatan daya serap air juga diduga berkaitan dengan meningkatnya porositas akibat berkurangnya proporsi dedak padi dalam formulasi, sehingga tersedia lebih banyak ruang bagi air untuk masuk ke dalam matriks UMMB (Tomasi *et al.*, 2022). Nilai daya serap air pada penelitian ini berkisar antara 0,55–8,30%, lebih rendah dibandingkan daya serap air UMMB yang dilaporkan Navia (2023), yaitu 2,21–25,66%, Omoniyi et al. (2013) sebesar 8–15%, dan Ishola et al. (2021) sebesar 9–14%. Perbedaan tersebut diduga berkaitan dengan komposisi bahan, jenis perekat, dan tingkat kepadatan blok yang digunakan. Rendahnya daya serap air pada penelitian ini menunjukkan bahwa UMMB memiliki struktur yang relatif lebih padat dan kompak, yang sejalan dengan nilai densitas yang tinggi. Dengan demikian, penambahan tanin mampu memodifikasi karakteristik fisik UMMB melalui peningkatan daya serap air, meskipun nilainya masih lebih rendah dibandingkan beberapa penelitian sebelumnya.

Berat Jenis

Proporsi tanin dan dedak padi berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap berat jenis UMMB. Nilai berat jenis menurun dari 1,01 g/mL pada P0 menjadi 0,73 g/mL pada P3. Penurunan tersebut menunjukkan bahwa peningkatan proporsi tanin dan penurunan dedak padi memengaruhi karakteristik fisik campuran UMMB. Dedak padi berkontribusi terhadap peningkatan massa jenis campuran karena memiliki kemampuan pemadatan yang baik, sedangkan peningkatan penggunaan tanin menyebabkan proporsi senyawa organik dalam campuran meningkat sehingga berat jenis cenderung menurun (Ridla et al., 2023). Penurunan berat jenis pada penelitian ini juga sejalan dengan penurunan densitas yang menunjukkan terbentuknya struktur blok yang lebih ringan dan kurang kompak. Omoniyi et al. (2013) melaporkan bahwa komposisi bahan penyusun berpengaruh terhadap sifat fisik dan kepadatan UMMB. Nilai berat jenis pada penelitian ini (0,73–1,01 g/mL) lebih rendah dibandingkan berat jenis UMMB yang dilaporkan Sihag et al. (2004), yaitu sekitar 1,5 g/mL. Perbedaan tersebut diduga disebabkan oleh perbedaan formulasi bahan penyusun, terutama penggunaan tanin dan penurunan proporsi dedak padi dalam campuran.

KESIMPULAN

Perubahan formulasi UMMB berupa peningkatan proporsi tanin dan penurunan proporsi dedak padi berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap karakteristik fisik UMMB. Semakin tinggi proporsi tanin dalam formulasi, kadar air dan daya serap air meningkat, sedangkan densitas dan berat jenis menurun. Perlakuan dengan penambahan 5% tanin dan 15% dedak padi menghasilkan karakteristik fisik yang karena masih mampu mempertahankan kekompakan blok dengan kadar air dan daya serap air yang tidak berlebihan.

DAFTAR PUSTAKA

- Albis Arrieta, A.R., Cervera, S. and Hernández, E. (2024). *Extrusion and Physical Quality in Formulations of Feed for Shrimp Growth: A Review*. *Prospectiva*, 22(2). <https://doi.org/10.15665/rp.v22i2.3267>
- Andita, A.S., Ramadhan, B. and Ariyanti, F. (2024) Review: Urea molasses block (UMB) sebagai suplemen ternak ruminansia di Indonesia, *Jurnal Peternakan Indonesia (Indonesian Journal of Animal Science)*, 26(1), pp. 10–21. Available at: <https://doi.org/10.25077/jpi.26.1.10-21.2024>.
- AOAC (2005) *Official Methods of Analysis of AOAC International*. 18th edn. Gaithersburg, MD: Association of Official Analytical Chemists.
- Bahlawan, Z.A.S., Kumoro, A.C., Wahono, S.K., Megawati and Ping, T.C. (2024) Thermal and concentration impacts on tannin and physical properties changes during alkaline soaking of sorghum grain, *Journal of Advanced Research in Fluid Mechanics*

- and Thermal Sciences*, 120(2), pp. 115–124. Available at: <https://doi.org/10.37934/arfmts.120.2.115124>.
- Beuchat, L.R. (1977). Functional and electrophoretic characteristics of succinylated peanut flour protein, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 25(2), pp. 258–261. Available at: <https://doi.org/10.1021/jf60210a044>.
- Cosme, F., Aires, A., Pinto, T., Oliveira, I., Vilela, A. and Gonçalves, B. (2025) A comprehensive review of bioactive tannins in foods and beverages: Functional properties, health benefits, and sensory qualities, *Molecules*, 30(4), Article 800. Available at: <https://doi.org/10.3390/molecules30040800>.
- Hidayati, N. and Agustina, D.K. (2024). Pengaruh pemberian isi rumen sapi terhadap kualitas fisik dan kimia UMB (Urea Molasses Block), *Jurnal Ilmu Peternakan dan Veteriner Tropis*, 14(1), pp. 28–36. Available at: <https://doi.org/10.46549/jipvet.v14i1.367>.
- Hoque, M.B., Rahman, M.M., Islam, M.S. (2025) An in-depth review on tannin sources, extraction methods, and applications, *Discover Materials*, 5, Article 30. Available at: <https://doi.org/10.1007/s44187-025-00689-9>.
- Ishola, T.A., Busari, R.A., Aiyewumi, O.T. and Alhassan, E.A. (2021) Development of a urea molasses multi-nutrient block machine for sustainable livestock production, *Journal of Research Information in Civil Engineering*, 18(2), pp. 4135–4157.
- Khalil (1999) Pengaruh kandungan air dan ukuran partikel terhadap sifat fisik bahan pakan lokal: kerapatan tumpukan, kerapatan pemadatan tumpukan dan berat jenis, *Media Peternakan*, 22(1), pp. 1–11.
- Menci, R., Coppa, M., Maccarana, L., Pauselli, M., Ranieri, S. and Trabalza-Marinucci, M. (2022). Tannin in ruminant nutrition: Review. *Animals*, 12(23), 3407. <https://doi.org/10.3390/ani12233407>
- Navia, U.I. (2023) *Kualitas dan Daya Simpan Urea Molases Multinutrien Blok (UMMB) dengan Substitusi Bahan Perikat Semen Menggunakan Tepung Tapioka*. Skripsi. Makassar: Fakultas Peternakan, Universitas Hasanuddin.
- Omoniyi, L.A., Isah, O.A., Adewumi, O.O., Arigbede, O.M. and Onwuka, C.F.I. (2013) Physico-chemical properties and storability of urea molasses multi nutrient feed block (UMMB) as dry season supplement for ruminants, *Journal of Applied Agricultural Research*, 5(1), pp. 113–121.
- Ridla, M., Adjie, R.H.N., Ansor, S., Jayanegara, A. and Nahrowi. (2023). Correlation of physical characteristics and nutrient content of rice bran. *Jurnal Peternakan*, 20(1), pp.1–8.
- Sihag, Z.S., Chahal, S.M. and Punia, B.S. (2004). Effect of feeding urea molasses mineral blocks on volatile fatty acids and pH in the rumen of buffaloes. *Indian Journal of Animal Sciences*, 74(8), pp.890–892.
- Syafari, M., Riszqina, R. and Agustina, D.K. (2022). Kualitas fisik dan kualitas kimia UMB (Urea Molasses Block) yang diberi isi rumen sapi pada masa simpan yang berbeda, *Jurnal Peternakan Maduranch*, 7(2), pp. 52–58.
- Tomasi, I.T., Machado, C.A., Boaventura, R.A.R., Botelho, C.M.S. and Santos, S.C.R. (2022). Tannin-based coagulants: Current development and prospects on synthesis and uses. *Science of the Total Environment*, 822, p.153454.

<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.153454>

Zhao, X., Degen, A., Hao, L. and Liu, S. (2022). *Ruminant lick blocks, particularly in China: A review*. Sustainability, 14(13), p.7620. <https://doi.org/10.3390/su14137620>