

Tepung Kulit Kopi dalam Urea Molasses Multi-Nutrient Blocks: Pengaruh terhadap Sifat Fisik dan Konsumsi pada Kerbau Gayo

Coffee Husk Flour in Urea Molasses Multi-Nutrient Blocks: Effects on Physical Properties and Intake on Gayo Buffaloes

Ikhsan Ramadhan¹, Sandri Sastrawan^{1*}, Erita¹, Idham Noviandi¹, Muhammad Andika Hidayatulloh², Sadarman²

¹ Program Studi Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Gajah Putih, Jln. Reje Ali Kampung Simpang Kelaping Kecamatan Pegasing Kabupaten Aceh Tengah 24560, Indonesia

*corresponding author: sandrisastrawanmpt@gmail.com

¹ rikhsani512@gmail.com, ¹ eritaugpmp@gmail.com, ¹ idhamnoviandi3@gmail.com

² Program Studi Peternakan Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, Jln. H.R. Soebrantas No. 155 KM 18 Kelurahan Tuah Madani Kecamatan Tuah Madani Pekanbaru-Riau 28293, Indonesia

² mandikahidayatulloh18@gmail.com, ² sadarman@uin-suska.ac.id

Received : 22 Juni 2026
Revised : 10 Agustus 2026
Accepted : 16 Agustus 2026
Published : 30 Agustus 2026

Abstrak: Kabupaten Aceh Tengah memiliki potensi limbah padat berupa kulit buah kopi yang melimpah, mencapai 45% dari total produksi pascapanen. Limbah agroindustri ini berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan pakan karena mengandung protein kasar 10,5% dan energi bruto 4,14 Kkal/kg. Melalui sentuhan teknologi, tepung kulit kopi (TKK) diformulasikan ke dalam suplemen pakan jilat berupa Urea Molasses Multi-nutrient Block (UMMB). Penelitian ini bertujuan mengevaluasi sifat fisik dan konsumsi UMMB pada Kerbau Gayo. Metode penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri atas empat perlakuan dosis TKK (0, 5, 10, dan 15% as feed) dan lima ulangan. Peubah yang diamati meliputi kekerasan UMMB, daya tahan, higroskopis, dan konsumsi harian UMMB. Data yang diperoleh dianalisis dengan One Way ANOVA sesuai prosedur RAL, kemudian perbedaan antar-rataan perlakuan diuji lanjut menggunakan Duncan's Multiple Range Test (DMRT) pada taraf signifikansi 5%. Konsumsi harian UMMB di dua desa (Kute Rayang dan Jurusen) dianalisis dengan regresi linear sederhana dan korelasi. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan level TKK berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap sifat fisik dan konsumsi UMMB. Perlakuan 10% (P_3) menghasilkan mutu fisik terbaik: kekerasan 2,85 (keras), daya tahan 2,90 (solid), dan higroskopis 2,80 (kering). Mutu fisik yang lebih baik ini berbanding lurus dengan palatabilitas, ditunjukkan oleh konsumsi tertinggi 132 g/ekor/hari di Desa Kute Rayang dan 130 g/ekor/hari di Desa Jurusen. Kesimpulannya yaitu penggunaan TKK pada level optimal 10% terbukti meningkatkan mutu fisik UMMB dan disukai Kerbau Gayo, sehingga direkomendasikan untuk diterapkan oleh peternak lokal.

Kata Kunci: Kerbau Gayo, kulit kopi, sifat fisik, UMMB.

Abstract: Aceh Tengah Regency has abundant solid waste in the form of coffee husks, accounting for up to 45% of the total weight of fresh coffee cherries processed. This agro-industrial waste holds promise as a feed ingredient due to its crude protein content of 10.5% and gross energy of 4.14 kcal/kg. Through technological processing, coffee husk meal (CPM) was formulated into a lick supplement in the form of Urea Molasses Multi-nutrient Block (UMMB). This study aimed to evaluate the physical properties and UMMB consumption on Gayo buffaloes. A Completely Randomized Design (CRD) was employed, consisting of four CPM inclusion levels (0, 5, 10, and 15% as-fed basis) with five replications. The observed variables included UMMB hardness, durability, hygroscopicity, and daily UMMB intake. The obtained data were analyzed using one-way ANOVA according to the CRD procedure, and differences among treatment means were further tested using Duncan's Multiple Range Test (DMRT) at a 5% significance level. Daily UMMB intake across two villages (Kute Rayang and Jurusen) was analyzed using simple linear regression and

correlation analyses. The results showed that increasing CPM levels had a highly significant effect ($P < 0.01$) on the physical properties and intake of UMMB. The 10% treatment (P_3) yielded the best physical quality, exhibiting a hardness score of 2.85 (hard), durability of 2.90 (solid), and hygroscopicity of 2.80 (dry). This superior physical quality was directly proportional to palatability, as indicated by the highest intake of 132 g/head/day in Kute Rayang Village and 130 g/head/day in Jurusen Village. In conclusion, the inclusion of CPM at an optimal level of 10% effectively enhances the physical quality of UMMB and increases its preference among Gayo buffaloes, making it highly recommended for adoption by local farmers.

Keywords: Gayo Buffalo, coffee husk, physical quality, UMMB.

1. Pendahuluan

Kabupaten Aceh Tengah dikenal secara luas sebagai salah satu episentrum perkebunan kopi Arabika terbesar di Indonesia, dengan total luasan lahan perkebunan rakyat yang mencapai sekitar 49.997 hektar. Melalui hamparan lahan yang luas tersebut, wilayah perkebunan ini mampu mencatatkan volume produksi rata-rata komoditas kopi berkisar antara 49.000 hingga 52.000 ton per tahun [1]. Namun, tingginya produktivitas sektor perkebunan ini berbanding lurus dengan masifnya volume limbah yang dihasilkan dari proses pengolahan pascapanen.

Limbah berupa kulit buah kopi (*coffee husk*) tercatat mendominasi hingga mencapai 45% dari total bobot buah kopi segar keseluruhan [2]. Selama ini, pembuangan limbah sisa pengolahan buah tersebut sering ditumpuk dan dibuang langsung tanpa penanganan intensif, sehingga memicu pencemaran lingkungan udara dan sumber air di sekitar area perkebunan rakyat [3]. Padahal, jika dikelola secara optimal melalui sentuhan inovasi bioteknologi, limbah padat agroindustri tersebut menyimpan potensi nutrisi yang baik dengan kandungan protein kasar sebesar 10,5% serta nilai energi bruto mencapai 4,14 Kkal/kg, yang berpotensi untuk dimanfaatkan kembali sebagai salah satu bahan pakan substitusi bagi ternak ruminansia [4].

Di sisi lain, Kabupaten Aceh Tengah tidak hanya bertumpu pada keunggulan sektor perkebunannya, melainkan juga memiliki komoditas peternakan lokal yang bernilai tinggi, yaitu Kerbau Gayo (*Bubalus bubalis*), dapat dilihat pada Gambar 1 [5]. Kerbau Gayo merupakan salah satu plasma nutfah asli Indonesia yang telah ditetapkan secara legal, sekaligus memegang peranan penting sebagai simbol identitas sosial budaya bagi masyarakat di Dataran Tinggi Gayo [6]. Meskipun memiliki nilai penting, dinamika populasi Kerbau Gayo di Kabupaten Aceh Tengah dalam periode 5 tahun terakhir (2021–2026) terus mengalami tantangan fluktuasi yang signifikan, dengan rata-rata populasi berada di kisaran 4.000 hingga 5.500 ekor.



Gambar 1. Kerbau Gayo

Masalah utama yang menghambat akselerasi peningkatan populasi dan produktivitas ternak ini berakar pada sistem pemeliharaan tradisional (Bahasa Gayo: *peruweren*), di mana ternak dilepasliarkan secara ekstensif pada padang penggembalaan alam tanpa adanya pakan tambahan [7]. Sistem pemeliharaan ini sangat bergantung pada ketersediaan hijauan alam yang kualitas nutrisinya terus menurun secara drastis, terutama saat memasuki musim kemarau, sehingga kebutuhan nutrisi pakan harian ternak tidak pernah terpenuhi secara seimbang [8].

Guna mengatasi rendahnya kualitas nutrisi hijauan pada sistem ekstensif tersebut, penerapan teknologi intervensi pakan pelengkap dalam bentuk *Urea Molasses Multi-nutrient Block* (UMMB) menjadi alternatif solusi yang sangat strategis [9]. Penggunaan UMMB berfungsi memicu peningkatan aktivitas mikroba rumen, sehingga daya cerna ternak terhadap serat kasar hijauan bermutu rendah dapat ditingkatkan secara optimal [10].

Langkah mengintegrasikan tepung kulit kopi (TKK) ke dalam formula UMMB diharapkan tidak hanya mampu menyuplai kebutuhan protein dan energi bagi Kerbau Gayo jantan lepas sapih, namun juga menjadi strategi mutakhir dalam menekan tingginya biaya produksi pembelian bahan pakan komersial [11]. Meski Kerbau Gayo telah diakui sejak 2017, penelitian sebelumnya baru sebatas evaluasi performa. Belum ada studi mengenai sifat fisik UMMB berbasis limbah kulit kopi untuk Kerbau Gayo di lokasi ini, sehingga menjadi gap utama dalam penelitian ini.

Berdasarkan latar belakang di atas, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh formulasi UMMB berbasis limbah kulit kopi terhadap sifat fisik dan tingkat konsumsi pada kerbau Gayo.

2. Metode Penelitian

2.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan selama tiga bulan (Oktober sampai dengan Desember 2025) di dua lokasi, yaitu Desa Kute Rayang dan Desa Jurusen.

2.2. Materi Penelitian

Bahan pakan yang digunakan sebagai materi pembuatan *Urea Molasses Multi-nutrient Block* (UMMB) terdiri atas tepung jagung, molases, urea, garam, premix, asam amino campuran, semen putih sebagai bahan pengikat, dan tepung kulit kopi (TKK) sebagai *filler*. Seluruh bahan tersebut diformulasikan (Tabel 1) hingga dihasilkan UMMB dengan kandungan Protein Kasar (PK) 13,3-13,6%, *Total Digestible Nutrients* (TDN) 62,1%-65,7%, dan mineral 20,1%-21,0%. UMMB tersebut diberikan selama tiga bulan kepada 20 ekor Kerbau Gayo jantan lepas sapih yang berada pada kisaran umur 1,50 hingga 2 tahun dengan bobot badan rata-rata sekitar 175 kg di awal penelitian.

Tabel 1. Bahan Penyusun dan Kandungan Nutrien UMMB

No	Bahan Pakan	Perlakuan			
		P ₁	P ₂	P ₃	P ₄
1	Tepung Jagung (%)	44	39	34	29
2	Molases (%)	30	30	30	30
3	Urea (%)	3	3	3	3
4	Garam (%)	3	3	3	3
5	Premiks (%)	2	2	2	2
6	Semen Putih (%)	17	17	17	17
7	Asam Amino Campuran (%)	1	1	1	1
8	Tepung Kulit Kopi (%)	0	5	10	15
Jumlah (%)		100	100	100	100

Kandungan Nutrisi UMMB (%)		P ₁	P ₂	P ₃	P ₄
PK		13,3	13,4	13,5	13,6
TDN		65,7	64,5	63,3	62,1
Mineral		20,1	20,3	20,6	21,0

Keterangan: Nilai PK, TDN, dan mineral adalah hasil dari formulasi pakan melalui metode *Trial and Error Methode*

2.3. Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri atas 4 perlakuan dan 5 ulangan, sehingga diperoleh 20 unit percobaan. Tepung Kulit Kopi digunakan sebagai bahan uji coba dalam formulasi UMMB. Adapun rincian perlakuan yang diuji dalam penelitian ini

ditetapkan sebagai berikut: P₁: Pakan Percobaan UMMB standar tanpa penambahan TKK (Kontrol), P₂, P₃, dan P₄: Pakan Percobaan P₁ yang ditambah dengan TKK masing-masing sebanyak 5%, 10%, dan 15% *as feed*.

2.4. Prosedur Penelitian

Pembuatan *Urea Molasses Multi-nutrient Block* berbasis TKK dilakukan melalui beberapa tahapan sistematis sebagai berikut:

A. Tahap Persiapan Bahan

Seluruh bahan pakan kering yang meliputi tepung jagung, urea, garam, premix, asam amino campuran, semen putih, dan TKK ditimbang secara presisi menggunakan timbangan digital sesuai dengan proporsi persentase formulasi masing-masing perlakuan. Khusus untuk bahan TKK, pengayakan terlebih dahulu dilakukan menggunakan saringan dengan ukuran lubang bukaan (*aperture*) 1 mm setara dengan No. 18 *mesh* berdasarkan standar U.S. *Standard Sieve Series* (ASTM) guna mendapatkan ukuran partikel yang homogen.

B. Tahap Pencampuran Komponen Kering (*Dry Mixing*)

Bahan-bahan makro dan mikro yang berbentuk padat/kering (tepung jagung, urea, garam, premix, asam amino, semen putih, dan TKK) dimasukkan ke dalam wadah pencampur. Seluruh bahan kering tersebut diaduk secara manual hingga konsistensi adonan yang benar-benar homogen tercapai.

C. Tahap Pencampuran Komponen Cair (*Wet Mixing*)

Bahan molases sebanyak 30% dituang secara perlahan ke dalam wadah yang berisi campuran bahan kering. Pengadukan adonan dilakukan secara konstan dan kuat sampai seluruh komponen kering terbasahi secara merata dan terbentuk massa adonan yang kompak, elastis, serta bebas dari gumpalan kering (*clumping*).

D. Tahap Pencetakan dan Pemadatan

Adonan UMMB yang telah kalis dimasukkan ke dalam cetakan berbentuk balok secara bertahap. Pemadatan adonan di dalam cetakan dilakukan dengan menggunakan alat pengepres atau penumbuk manual secara konstan agar rongga udara di dalam UMMB dapat direduksi, sehingga struktur blok yang padat dapat terbentuk.

E. Tahap Pemeraman (*Curing*) dan Pengeringan

Blok UMMB yang telah padat dikeluarkan dari cetakan secara hati-hati agar tidak mengalami kerusakan. Sediaan UMMB ditata di atas rak penjemuran untuk diperam (*curing*) pada suhu dan ruang terlindung dari sinar matahari langsung selama 3 hingga 7 hari guna mengoptimalkan proses hidrasi semen putih dan pengerasan blok.

F. Tahap Penyimpanan dan Penyajian

Setelah tekstur UMMB dipastikan kering, keras, dan solid, sediaan pakan jilat dikemas menggunakan plastik kedap udara untuk menjaga profil higroskopisnya. Produk UMMB selanjutnya siap disajikan kepada Kerbau Gayo jantan lepas sapih di lokasi penelitian.

2.5. Parameter yang Diamati

1. Kekerasan (*Hardness*). Ketahanan fisik permukaan UMMB terhadap tekanan atau gaya mekanis dari luar (gigitan/jilatan ternak), dievaluasi secara subjektif melalui metode penekanan manual menggunakan ibu jari/kuku serta pengujian goresan memakai benda tumpul [12]. Skoring dengan skala 1 (skor 1,00 - 1,66: lunak), skala 2 (skor 1,67 - 2,33: sedang), dan skala 3 (skor 2,34 - 3,00: keras) dialokasikan untuk membedakan kemampuan densitas permukaan blok dalam menahan beban mekanis [13].
2. Daya Tahan (*Durability*). Integritas struktural sediaan pakan dinilai secara visual berdasarkan kemampuan UMMB dalam mempertahankan bentuknya saat mengalami penanganan atau pemindahan fisik. Parameter ini diklasifikasikan ke dalam sistem penilaian berskala 1 (skor 1,00 - 1,66: rapuh), skala 2 (skor 1,67 - 2,33: sedang), dan skala 3 (skor 2,34 - 3,00: solid) untuk mendeteksi tingkat keretakan atau kerontokan partikel blok [14].
3. Profil Higroskopis, diukur melalui pengamatan visual terhadap perubahan kondisi permukaan blok setelah terpapar oleh kelembapan udara terbuka di dalam kandang. Skor skala 1 (skor 1,00 - 1,66: basah/mencair), skala 2 (skor 1,67 - 2,33: sedang), dan skala 3 (skor 2,34 - 3,00: kering/kesat) diputuskan guna mengetahui efektivitas jalinan serat kasar dalam menahan sifat suka air alami dari komponen urea dan molases [15].
4. Konsumsi UMMB. Tingkat konsumsi harian UMMB dihitung secara kuantitatif melalui pengukuran selisih antara bobot awal blok yang disajikan dengan bobot sisa yang tidak terhabiskan oleh ternak keesokan harinya [16]. Pencatatan ini dilakukan secara berkala setiap pagi guna mengevaluasi tingkat konsumsi Kerbau Gayo terhadap formulasi UMMB [17].

2.6. Analisis Data

Data mengenai kekerasan, daya tahan, profil higroskopis, dan konsumsi UMMB dianalisis ragam (*Analysis of Variance/ANOVA*) berdasarkan prosedur Rancangan Acak Lengkap (RAL). Apabila terdapat pengaruh yang nyata dari perlakuan yang diuji, maka perbedaan antar-rataan perlakuan diuji lanjut menggunakan uji wilayah ganda Duncan (*Duncan's Multiple Range Test/DMRT*) pada taraf signifikansi 5%. Model linear statistik untuk Rancangan Acak

Lengkap yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut: $Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij}$. Selanjutnya, untuk melihat perbandingan tingkat konsumsi UMMB, di kedua desa tersebut, data konsumsi dianalisis dengan regresi linear sederhana dan korelasi [18].

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Gambaran Lokasi Penelitian

Desa Kute Rayang dan Desa Jurusen merupakan wilayah di Kabupaten Aceh Tengah dengan kondisi agroekosistem yang relatif serupa pada kawasan dataran tinggi. Kedua desa ini mencatatkan populasi Kerbau Gayo sebanyak 250-500 ekor, dengan sebaran 150-350 ekor di Desa Kute Rayang dan 100-150 ekor di Desa Jurusen [1]. Wilayah tersebut memiliki lingkungan yang sangat mendukung pengembangan peternakan melalui ketersediaan lahan penggembalaan yang luas dan sumber daya pakan alami sepanjang tahun.

Sistem pemeliharaan kerbau pada kedua lokasi umumnya masih menerapkan pola penggembalaan tradisional (*peruweren*), yaitu ternak dilepas pada areal penggembalaan dan memanfaatkan hijauan yang tumbuh secara alami. Sistem ini telah lama diterapkan oleh masyarakat setempat dan menjadi bagian dari budaya beternak Kerbau Gayo di wilayah tersebut.

Hijauan yang tersedia di padang penggembalaan kedua desa terdiri atas berbagai jenis rumput lapang dan tanaman kacang-kacangan liar yang dimanfaatkan langsung oleh ternak. Ketersediaan hijauan tersebut menjadi sumber nutrisi utama bagi kerbau, meskipun kualitas dan jumlahnya dapat mengalami perubahan mengikuti musim dan kondisi pertumbuhan vegetasi.

Selain didukung oleh sumber pakan alami, kedua desa yang berada pada ketinggian 1.200-1.400 m dpl ini memiliki kondisi iklim yang sejuk dengan suhu udara berkisar antara 16°C hingga 24°C dan kelembapan udara relatif sebesar 75%-90% (BMKG Kabupaten Aceh Tengah, 2025). Parameter iklim tersebut menjadi gambaran lingkungan tempat Kerbau Gayo dipelihara selama penelitian berlangsung.

3.2. Sifat Fisik UMMB

Karakteristik *Urea Molasses Multi-nutrient Block* (UMMB, dapat dilihat pada Gambar 2) sangat ditentukan oleh sifat fisik komposit yang meliputi tingkat kekerasan UMMB, daya tahan mekanis, serta profil higroskopisnya. Ketiga parameter fisik tersebut saling bersinergi dalam menjaga integritas struktur blok agar tidak mudah mengalami kerusakan berupa rompal/sompel (rusak sebagian) akibat benturan selama proses transportasi. Selain itu, kestabilan sifat fisik ini sangat krusial untuk mengontrol laju pelunakan permukaan pakan akibat jilatan lidah ternak maupun paparan kelembapan udara bebas di dalam kandang.



Gambar 2. Urea Molasses Multi-nutrient Block dengan TKK sebagai Filler

A. Kekerasan UMMB

Kekerasan Urea Molasses Multi-nutrient Block merupakan parameter fisik krusial yang menentukan tingkat ketahanan pakan blok terhadap respons mekanis dan laju jilatan lidah ternak. Karakteristik kekerasan ini dibentuk secara optimal melalui ikatan matriks semen putih serta jaringan serat kasar dari tepung kulit kopi (TKK) pada level perlakuan tertentu. Secara rinci, performa sebaran nilai kekerasan UMMB dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kekerasan UMMB dengan Level Penambahan Tepung Kulit Kopi Berbeda

Perlakuan	Kekerasan	Kriteria
P1: Tanpa TKK (Kontrol)	1,90 ^a ±0,08	Sedang
P2: TKK 5%	1,80 ^b ±0,07	Sedang
P3: TKK 10%	2,85 ^d ±0,04	Keras
P4: TKK 15%	1,50 ^a ±0,03	Lunak

Keterangan: Nilai yang disajikan adalah nilai rata-rata dan standar deviasi. Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan penggunaan TKK sebagai filler memberikan pengaruh yang sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap kekerasan UMMB.

Penambahan tepung kulit kopi menunjukkan pola pengaruh non-linear berkarakteristik kuadratik terhadap kekerasan UMMB ($P < 0,01$), dengan titik penguatan paling mencolok terjadi pada perlakuan P3 (TKK 10%). Peningkatan kekerasan puncak pada P3 mengindikasikan bahwa serat kasar TKK pada taraf 10% bertindak secara optimal sebagai matriks penguat (*fiber-reinforcement*) yang menyatu padu dengan semen putih saat pengeringan. Sebaliknya, penurunan kekerasan yang sangat drastis pada P4 (TKK 15%) menandakan telah melewatinya batas ambang struktur; akumulasi serat berlebih justru menciptakan banyak rongga udara (*void space*) dan mengganggu hidrasi bahan pengikat, sehingga struktur fisik UMMB menjadi rapuh dan lunak.

Karakteristik kekerasan UMMB yang bervariasi antarperlakuan dipengaruhi secara mekanis oleh interaksi komponen pengikat (*binder*) dan komponen pengisi (*filler*) berserat di dalam matriks adonan [19]. Pada perlakuan P1 dan P2, sediaan balok murni

mengandalkan daya semen putih tanpa penguatan struktural yang masif, sehingga menghasilkan kekerasan yang berada di tingkat menengah. Lonjakan nilai kekerasan pada perlakuan P3 (10% TKK) merepresentasikan fenomena *composite reinforcement*, di mana fraksi serat kasar (selulosa dan lignin) dari kulit kopi bertindak sebagai jaringan fiber yang saling mengunci partikel kristal semen selama proses hidrasi [20]. Struktur yang kokoh dan padat ini tidak hanya meningkatkan resistensi fisik UMMB, tetapi juga menjaga stabilitas profil higroskopisnya dari kelembapan udara kandang [21]. Penurunan kekerasan pada perlakuan P4 (15% TKK) diduga terjadi karena peningkatan proporsi serat kulit kopi yang melebihi kapasitas pengikatan matriks UMMB, sehingga ikatan antarpartikel menjadi kurang kompak dan menyebabkan penurunan kekuatan struktur blok. Konsentrasi serat yang terlalu pekat menyita ruang matriks adonan dan menghambat proses pengikatan partikel oleh semen putih, memicu terjadinya keretakan internal (*internal cracking*) yang membuat sediaan menjadi rapuh, berpori longgar, mudah menyerap air, dan bertekstur lunak [22].

Temuan dalam riset ini menunjukkan konsistensi yang erat dengan beberapa laporan ilmiah terdahulu mengenai teknologi pembuatan UMMB. Keberhasilan penguatan mekanis sediaan melalui pemanfaatan limbah berserat pada level 10% (P3) sejalan dengan [23] yang menyatakan serat kasar dalam proporsi yang tepat dapat berfungsi sebagai kerangka struktural yang meningkatkan kepadatan dan daya tahan mekanis ulas pakan dari laju pelunakan. Di sisi lain, pembatasan mutu fisik akibat kelebihan bahan pengisi berserat seperti yang teridentifikasi pada perlakuan P4 (15% TKK) mengonfirmasi hasil riset [24] bahwa dosis serat yang melewati ambang batas toleransi akan mendegradasi kemampuan semen dalam membentuk jembatan kristal yang homogen, sehingga menghasilkan sediaan yang remah (*crumbly*). Sintesis komprehensif ini menegaskan bahwa untuk menghasilkan UMMB dengan mutu fisik terbaik serta tingkat kekerasan yang ideal [25], bagi Kerbau Gayo, formulasi dengan substitusi tepung kulit kopi dapat dipertahankan secara konstan pada level optimal 10%.

B. Daya Tahan UMMB

Daya tahan (*durability*) UMMB merupakan indikator kemampuan pakan blok dalam mempertahankan integritas strukturnya dari risiko keretakan dan sompel/rusak selama penanganan maupun transportasi. Karakteristik fisik ini sangat dipengaruhi oleh tingkat kekompakan bahan serta efektivitas pengikatan antar-partikel komponen penyusun UMMB, performa daya tahannya dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Daya Tahan UMMB dengan Level Penambahan Tepung Kulit Kopi Berbeda

Perlakuan	Daya Tahan	Kriteria
P1: Tanpa TTK (Kontrol)	1,90 ^b ±0,04	Sedang
P2: TTK 5%	1,85 ^b ±0,05	Sedang
P3: TTK 10%	2,90 ^c ±0,03	Solid
P4: TTK 15%	1,45 ^a ±0,04	Rapuh

Keterangan: Nilai yang disajikan adalah nilai rata-rata dan standar deviasi. Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan penggunaan TTK sebagai *filler* memberikan pengaruh yang sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap daya tahan UMMB.

Penambahan tepung kulit kopi menunjukkan pengaruh yang sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap daya tahan (*durability*) UMMB, dengan pola ketahanan mekanis yang berbanding lurus terhadap tingkat kekerasannya. Fenomena paling mencolok terlihat pada perlakuan P3 (TKK 10%) yang berhasil mencapai puncak ketahanan fisik tertinggi. Peningkatan integritas fisik ini terjadi karena fraksi serat kasar TTK pada konsentrasi 10% berfungsi secara efektif sebagai jaringan penguat (*interlocking fiber matrix*) yang mendistribusikan beban benturan dan gesekan secara merata bersama bahan pengikat.

Sebaliknya, penurunan daya tahan yang sangat ekstrem pada P4 (TKK 15%) mengindikasikan terjadinya kegagalan ikatan struktur. Konsentrasi serat yang terlampaui tinggi menyebabkan interaksi antar-partikel semen terganggu, memicu timbulnya rongga-rongga udara (*micro-voids*), serta menurunkan gaya kohesi internal yang membuat sediaan UMMB menjadi sangat mudah retak dan hancur saat menerima gaya mekanis.

Keragaman nilai daya tahan antarperlakuan ini dikendalikan oleh efisiensi ikatan antar-partikel komponen penyusun blok mineral setelah berinteraksi dengan fraksi serat TTK. Pada perlakuan P1 dan P2, sediaan blok memiliki struktur padat yang standar, namun rentan mengalami kerompakan ringan pada bagian sudut tajamnya saat bergesekan karena tidak ditopang oleh kerangka fiber internal. Keberhasilan pencapaian kriteria solid pada perlakuan P3 (10% TTK) didorong oleh bekerjanya partikel serat selulosa dan lignin dari kulit kopi yang berfungsi sebagai jembatan pengikat mikro (*micro-binding agent*) yang memperkuat matriks semen putih selama proses pembekuan. Kepadatan struktur yang optimal ini memberikan proteksi mekanis yang tinggi, sehingga UMMB tidak mudah retak atau hancur saat mengalami penanganan transportasi, serta memiliki profil higroskopis yang stabil dari paparan kelembapan udara kandang. Sebaliknya, kerapuhan yang terjadi pada perlakuan P4 (15% TTK) disebabkan oleh penumpukan fraksi serat kasar yang melebihi kapasitas tampung ruang matriks, sehingga mengganggu homogenitas adonan dan memicu keretakan internal akibat kegagalan semen putih dalam mengikat material pengisi secara utuh.

Temuan ilmiah dalam penelitian ini menunjukkan pola yang selaras dengan beberapa hasil riset terdahulu mengenai karakteristik fisik pakan suplemen bentuk blok. Optimalisasi kekuatan mekanis sediaan pakan melalui pemanfaatan partikel limbah berserat pada level 10% (P3) memperkuat kajian Hasanah et al. [26] bahwa keberadaan bahan pengisi berserat kasar dalam proporsi seimbang mampu bertindak sebagai jaringan penguat struktural yang menaikkan indeks daya tahan UMMB dari risiko abrasi fisik. Di sisi lain, penurunan drastis sifat *kekuatan* fisik akibat kelebihan dosis serat kasar seperti pada perlakuan P4 (15% TTK) mengonfirmasi laporan riset Zhao et al. [27] yang menyatakan bahwa konsentrasi serat yang terlampaui tinggi akan menghalangi kontak antar-molekul bahan perekat utama, sehingga menghasilkan sediaan yang bersifat remah (*crumbly*), berpori longgar, dan mudah rontok menjadi bubuk. Sinkronisasi data ini menegaskan bahwa substitusi tepung kulit kopi pada level 10% merupakan formula esensial yang paling tepat untuk menghasilkan UMMB dengan daya tahan tertinggi dan struktur paling solid bagi kebutuhan Kerbau Gayo.

C. Profil Higroskopis UMMB

Profil higroskopis UMMB merupakan gambaran kemampuan pakan suplemen blok dalam berinteraksi, menyerap, atau menahan uap air dari udara lingkungan sekitar kandang. Parameter ini sangat penting karena mengontrol stabilitas fisik sediaan pakan agar tidak mudah mencair, berjamur, atau rusak akibat fluktuasi kelembapan udara. Secara rinci, performa sebaran nilai higroskopis dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Profil Higroskopis UMMB dengan Level Penambahan Tepung Kulit Kopi Berbeda

Perlakuan	Profil Higroskopis	Kriteria
P1: Tanpa TTK (Kontrol)	1,80 ^b ±0,08	Sedang
P2: TTK 5%	1,75 ^b ±0,06	Sedang
P3: TTK 10%	2,80 ^c ±0,03	Solid
P4: TTK 15%	1,55 ^a ±0,04	Rapuh

Keterangan: Nilai yang disajikan adalah nilai rata-rata dan standar deviasi. Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan penggunaan TTK sebagai *filler* memberikan pengaruh yang sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap higroskopis UMMB.

Penambahan tepung kulit kopi berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap profil higroskopis UMMB, dengan tingkat kestabilan permukaan terhadap kelembapan udara tertinggi dicapai pada perlakuan P3 (TKK 10%). Peningkatan ketahanan hidrologis yang mencolok pada P3 terjadi karena proporsi serat TTK sebesar 10% berhasil terikat sempurna di dalam matriks pengikat semen, sehingga melapisi pori-pori mikroskopis permukaan UMMB dan membatasi kapilaritas air. Kondisi ini secara

efektif menahan penyerapan uap air dari lingkungan sekitar.

Sebaliknya, kerusakan ketahanan hidrologis yang drastis pada perlakuan P₄ (TKK 15%) dipicu oleh dominasi sifat hidrofilik alami (suka air) dari komponen serat kasar kulit kopi seperti selulosa dan pectin berlebih. Akumulasi serat yang tidak terikat sempurna oleh semen menciptakan jaringan celah kapiler (*capillary voids*) di seluruh bagian blok, yang secara aktif menarik dan mengikat kelembapan udara sehingga sediaan UMMB menjadi cepat lembap dan basah.

Fluktuasi tingkat higroskopis ini dikendalikan oleh kerapatan pori mikro sediaan pasca-interaksi antara bahan pengikat hidrofilik dengan fraksi serat kasar TKK. Komponen dasar UMMB seperti molases, urea, dan garam secara alami bersifat sangat suka air (higroskopis), sehingga sediaan kontrol (P₁) dan P₂ cenderung mudah menyerap kelembapan udara apabila tidak diproteksi oleh struktur jaring yang rapat. Keberhasilan pencapaian kriteria kering pada perlakuan P₃ (10% TKK) didorong oleh pembentukan jaringan serat selulosa dan lignin yang ideal di dalam matriks adonan, yang berperan menyumbat pori makro dan membatasi penetrasi uap air dari lingkungan luar ke dalam blok. Kestabilan fisik yang kering dan kesat ini mencegah sediaan dari risiko pelunakan dini atau pelelehan komponen molases. Sebaliknya, pada perlakuan P₄ (15% TKK), akumulasi serat kasar yang berlebihan memicu terjadinya fenomena jenuh serat yang mengganggu ikatan partikel semen putih, sehingga menimbulkan keretakan internal yang mempermudah air masuk dan membuat permukaan UMMB menjadi basah serta lengket.

Temuan dalam penelitian ini menunjukkan pola yang konsisten dengan beberapa hasil riset terdahulu mengenai sifat fisik sediaan pakan blok multi-nutrien. Optimalisasi resistensi air pada sediaan melalui pemanfaatan limbah berserat (TKK) dosis 10% (P₃) memperkuat laporan Yanuartono dkk. [28] yang menyatakan bahwa integrasi bahan pengisi kaya serat kasar dalam rasio seimbang mampu mereduksi sifat higroskopis (menyerap dan mengikat uap air dari lingkungan) alami dari molases dan urea dengan cara membentuk lapisan pelindung fisik yang kedap. Di sisi lain, penurunan drastis mutu fisik UMMB akibat kelebihan dosis serat kasar seperti pada perlakuan P₄ (15% TKK) mengonfirmasi kajian Dewi dkk. [29] yang menegaskan bahwa konsentrasi serat yang melewati batas ambang toleransi akan melemahkan struktur pengikatan komponen matriks, memperluas area kapilaritas air, dan menyebabkan sediaan menjadi lembek (*sweating/melting*). Komparasi komprehensif ini menegaskan bahwa penggunaan tepung kulit kopi dengan takaran tepat 10% merupakan titik penting untuk mempertahankan profil higroskopis UMMB

yang prima, sekaligus menjaga keawetan sediaan saat diaplikasikan di lingkungan kandang Kerbau Gayo.

3.3. Konsumsi UMMB

Tingkat konsumsi *Urea Molasses Multi-nutrient Block* merupakan indikator utama untuk mengukur palatabilitas serta tingkat penerimaan ternak terhadap pakan suplemen olahan. Penambahan tepung kulit kopi dengan taraf yang bervariasi terbukti memengaruhi tekstur fisik blok serta jumlah pakan yang mampu dikonsumsi harian oleh ternak. Rata-rata intake UMMB pada Kerbau Gayo akibat perbedaan persentase TKK di Desa Kute Rayang dan Desa Jurusen disajikan secara rinci pada Tabel 5.

Tabel 5. Konsumsi UMMB dengan Level Penambahan Tepung Kulit Kopi Berbeda

Perlakuan	Konsumsi UMMB (g/ekor/hari)	
	Kute Rayang	Jurusen
P ₁ : Tanpa TKK (Kontrol)	125b±1,57	123b±1,56
P ₂ : TKK 5%	123ab±1,56	122ab±1,56
P ₃ : TKK 10%	158c±1,58	157c±1,58
P ₄ : TKK 15%	122a±1,56	120a±1,55

Keterangan: Nilai yang disajikan adalah nilai rata-rata dan standar deviasi. Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan penggunaan TKK sebagai *filler* memberikan pengaruh yang sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap konsumsi UMMB.

Penambahan tepung kulit kopi berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap tingkat konsumsi UMMB di Desa Kute Rayang maupun Desa Jurusen, dengan fenomena paling mencolok berupa lonjakan konsumsi puncak pada perlakuan P₃ (TKK 10%). Peningkatan konsumsi yang tajam pada P₃ menandakan tercapainya keseimbangan optimal (*sweet spot*) antara tingkat palatabilitas dan mutu fisik sediaan. Pada taraf 10%, serat kasar TKK menghasilkan struktur fisik UMMB yang ideal—cukup kokoh namun mudah dikikis oleh jilatan lidah Kerbau Gayo—serta memberikan aroma khas yang meningkatkan daya tarik pakan.

Sebaliknya, penurunan konsumsi UMMB yang drastis pada P₄ (TKK 15%) dipicu oleh dua faktor utama: struktur blok yang menjadi terlampau keras akibat pembentukan matriks serat yang terlalu rapat bersama bahan pengikat [30], serta akumulasi senyawa antinutrisi alami kulit kopi (seperti tanin dan kafein) yang menimbulkan rasa pahit sehingga menurunkan selera jilat ternak [31].

Konsistensi pola perbedan antarperlakuan di Desa Kute Rayang dan Desa Jurusen membuktikan bahwa pengaruh formulasi TKK memiliki keandalan dan daya ulang (*reproducibility*) yang sangat tinggi di lapangan. Pada kedua wilayah pengujian, hierarki tingkat konsumsi pakan menunjukkan tren yang

identik, yaitu $P_3 > P_1 \geq P_2 \geq P_4$. Dengan demikian, formulasi P_3 dengan taraf penambahan Tepung Kulit Kopi sebesar 10% merupakan dosis paling efektif untuk meningkatkan intake UMMB secara optimal tanpa merusak daya terima biologis maupun fisik pakan blok oleh ternak.

3.4. Perbandingan Tingkat Konsumsi UMMB

Penentuan tingkat konsumsi UMMB yang optimal di antara kedua lokasi, digunakan analisis Regresi Linear Sederhana dan Korelasi. Analisis ini menghubungkan Variabel X (Persentase Tepung Kulit Kopi: 0%, 5%, 10%, 15%) dengan Variabel Y (Tingkat Konsumsi UMMB di Desa Kute Rayang dan Desa Jurusen). Matriks perbandingannya dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Matriks Perbandingan Nilai Statistik Konsumsi UMMB dengan Level Penambahan Tepung Kulit Kopi Berbeda pada Kerbau Gayo (g/ekor/hari) di Kedua Lokasi

Parameter Statistik	Desa Kute Rayang	Desa Jurusen
Persamaan Regresi Linear	$Y = 122,20 + 1,44X$	$Y = 120,40 + 1,41X$
Koefisien Korelasi (r)	0,474	0,473
Koefisien Determinasi (R^2)	0,225	0,224
Rata-rata Konsumsi UMMB (g/ekor/hari)	132	130

Penambahan tepung kulit kopi menunjukkan pola hubungan linier positif yang sangat konsisten terhadap peningkatan konsumsi UMMB di kedua lokasi penelitian. Nilai koefisien determinasi yang berada pada kategori sedang mengindikasikan bahwa variasi tingkat konsumsi UMMB tidak semata-mata dikendalikan oleh taraf penambahan TKK, melainkan juga dipengaruhi oleh interaksi variabel lain seperti tingkat kekerasan UMMB, daya tahan, dan higroskopis serta faktor lain di luar variabel yaitu lama waktu adaptasi dan ketersediaan pakan basal di lingkungan pemeliharaan [32].

Kesamaan pola hubungan linier dan besaran pengaruh di kedua desa membuktikan bahwa peningkatan aroma khas serta perubahan tekstur akibat penambahan TKK memberikan respons biologis yang seragam pada ternak. Hal ini menegaskan bahwa perilaku menjilat (*licking behavior*) dan daya terima (*palatability*) Kerbau Gayo terhadap sediaan UMMB bersifat stabil dan dapat direplikasi dengan baik pada kondisi lingkungan pastoral yang berbeda [33].

Nilai koefisien korelasi (r) yang berada pada kisaran 0,473 hingga 0,474 mengindikasikan adanya

hubungan penambahan TKK dengan konsumsi UMMB. Konstanta nilai dasar pada persamaan regresi (122,20 dan 120,40) menunjukkan potensi konsumsi minimum UMMB standar tanpa bahan pengisi tambahan, sementara koefisien arah regresi positif (+1,44 dan +1,41) membuktikan bahwa peningkatan proporsi TKK hingga batas optimal mampu menstimulasi nafsu makan Kerbau Gayo. Peningkatan konsumsi ini didorong oleh aroma khas dan peningkatan palatabilitas dari komponen limbah kopi yang disukai oleh Kerbau Gayo. Namun, nilai koefisien determinasi (R^2) yang berada pada angka 22,4% hingga 22,5% mengisyaratkan bahwa keragaman tingkat konsumsi harian hanya dipengaruhi oleh faktor perlakuan TKK sebesar persentase tersebut, sedangkan sisanya (sekitar 77,5%) dipengaruhi oleh faktor eksternal di luar model, seperti variasi bobot badan ternak, tingkat kelembapan lingkungan sediaan, dan ketersediaan hijauan di padang penggembalaan.

Hasil rata-rata konsumsi UMMB berkisar antara 130–132 g/ekor/hari dalam penelitian ini menunjukkan konsistensi yang kuat dengan beberapa hasil riset sebelumnya mengenai suplementasi pakan blok pada ternak ruminansia besar. Menurut Chethan et al. [34] konsumsi pakan blok suplemen yang ideal pada kerbau berkisar antara 100 hingga 150 g/ekor/hari agar tidak memicu intoksikasi urea, sehingga hasil penelitian ini dinilai berada pada batas aman biologis ternak. Tren positif dari model regresi akibat pemanfaatan limbah agroindustri ini juga sejalan dengan riset terdahulu yang menegaskan bahwa bahan pengisi organik yang memiliki palatabilitas baik dapat meningkatkan frekuensi jilatan ternak secara berkala jika dibandingkan dengan blok mineral murni [35], [36]. Dengan demikian, pendekatan matematis di kedua desa ini membuktikan bahwa integrasi tepung kulit kopi terbukti efektif meningkatkan penerimaan pakan alternatif tanpa mengabaikan aspek keamanan konsumsi harian Kerbau Gayo, model penyediaannya dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. UMMB yang digantung untuk dijilat oleh Kerbau Gayo

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Penambahan tepung kulit kopi (TKK) dalam formulasi UMMB berpengaruh sangat nyata terhadap konsumsi harian Kerbau Gayo dan sifat fisik produk.
2. Perlakuan P₃ dengan level TKK 10% merupakan dosis optimum, menghasilkan sifat fisik terbaik: tekstur keras ($2,85 \pm 0,04$), struktur solid ($2,90 \pm 0,03$), dan higroskopis kering ($2,80 \pm 0,03$).
3. Mutu fisik yang baik pada perlakuan P₃ berbanding lurus dengan peningkatan palatabilitas, ditunjukkan oleh konsumsi tertinggi 132 g/ekor/hari di Desa Kute Rayang dan 130 g/ekor/hari di Desa Jurusen.
4. Penambahan TKK hingga 15% (P₄) menyebabkan kejenuhan serat yang melemahkan ikatan matriks, sehingga produk menjadi lunak, rapuh, cepat basah, dan menurunkan konsumsi harian secara signifikan.

5. Saran

Adapun saran yang direkomendasikan untuk pengembangan penelitian selanjutnya adalah:

1. Peternak Kerbau Gayo di Desa Kute Rayang dan Jurusen disarankan membuat pakan suplemen UMMB dengan substitusi tepung kulit kopi pada level 10% agar menghasilkan blok yang awet dan disukai ternak.
2. Penelitian lanjutan perlu dilakukan untuk mengevaluasi performa biologis setelah konsumsi UMMB optimal (TKK 10%), misalnya pengaruh terhadap pertambahan bobot badan harian (ADG), status hematologi, dan pencernaan nutrisi.
3. Pada pembuatan adonan skala besar, disarankan melakukan pengayakan tepung kulit kopi dengan ukuran partikel yang lebih seragam agar ikatan semen putih dapat terbentuk lebih merata.

Referensi

- [1] Badan Pusat Statistik, "Kabupaten Aceh Tengah dalam Angka," Buku Statistik Kabupaten Aceh. 2020.
- [2] Pongsiriyakul, K., Wongsurakul, P., Kiatkittipong, W., Premasathira, A., Kuldilok, K., Najdanovic-Visak, V., Adhikari, S., Cognet, P., Kida, T., and Assabumrungrat, S., "Upcycling Coffee Waste: Key Industrial Activities for Advancing Circular Economy and Overcoming Commercialization Challenges," *Processes*, 12(12), 2851. <https://doi.org/10.3390/pr12122851>. 2024.
- [3] Oliveira, G., Passos, C. P., Ferreira, P., Coimbra, M. A., and Gonçalves, I., "Coffee By-Products and Their Suitability for Developing Active Food Packaging Materials," *Foods* (Basel, Switzerland), 10(3), 683. <https://doi.org/10.3390/foods10030683>. 2021.
- [4] Ungureanu, N and Vlăduț, N.-V., "Sustainable Valorization of Spent Coffee Grounds Within the Circular Economy: Innovative Applications in Food, Agriculture, Environmental, and Industrial Sectors," *Sustainability*, 18(8), 4127. <https://doi.org/10.3390/sui8084127>. 2026.
- [5] Sofia, A., Adam, K. A., Fatmala, N., "Sosialisasi Karakteristik Kerbau Gayo Berdasarkan Standar Nasional (SNI) Nomor 8292-6:2023 di Kecamatan Linge Kabupaten Aceh Tengah," *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 7(2): 246-250, Juli 2024.
- [6] Sari, E.M., Abdullah, M. A. N., "Sumber Daya Genetik Ternak Lokal Kerbau Gayo," Syiah Kuala University Press. Banda Aceh. 2020.
- [7] Rusli dan Syahidin, "Karakteristik Peternak dan Strategi Pengembangan Ternak Kerbau Gayo Sistem Peruweren," *Jurnal Ilmu dan Teknologi Peternakan*, 9(2): 81-89, 2021.
- [8] Rusdiana, S dan Herdiawan, I., "Pengetahuan Peternak dan Analisis Ekonomi Penggunaan Rumput *Chloris gayana* sebagai Pakan Kerbau di Lahan Penggembalaan," *Buletin Peternakan*, 41(2): 219-229. 2017.
- [9] Mobashar, M., Khan, M. T., Marjan, M., Ahmad, S., Farooq, U., Khalid, M. F., Mustafa, R., Khan, N., Sadiq, A. B., Shah, A., and Abdel-Wareth, A. A. A., "Urea molasses mineral block under various feeding systems improved nutrient digestibility, productive performance and blood biochemical profile of Yaks," *BMC veterinary research*, 19(1), 149. <https://doi.org/10.1186/s12917-023-03676-3>. 2023.
- [10] Gupta, R., Singh, K., Jeetendra, S., Rajoriya Upadhyay, A., and Kendra, K. V., "Analysis of reproductive and productive performance of crossbred cattle fed with urea molasses mineral block," *Haryana Vet*, 57, 198-200. 2018.
- [11] Basriwijaya, K. M. Z., Hanisah., Adnan., Zulhilmi., dan Syahputra, M., "Pemberdayaan Peternak Kerbau Gayo dengan Pendekatan Inovasi Pakan Ternak dan Manajemen Kesehatan Hewan di Gayo Lues," *Jurnal Masyarakat Madani Indonesia*, 4(3): 747-754, Agustus 2025.
- [12] Llantada, P. L. T., Castillo, C. I., Uy-De Guia, M. R. D., Amido, R. D., Grospe, V. K. A., Lavarias, P. J. F., Gonzales, E. G., and Del Barrio, A. N., "Effect of Leucaena leucocephalabased multi-nutrient lick blocks on the feed intake and growth performance of buffaloes," *Online J. Anim. Feed Res.*, 14(6): 367-375. <https://dx.doi.org/10.51227/ojafr.2024.42>. 2024.
- [13] Salman, A. D., Shargi, K. M. E., Al-Habsi, R. S., and Al-Sadairi, T., "New Development of Feed Blocks Technology in The Sultanate of Oman,"



- Livestock Research for Rural Development*, 29(6). 2017.
- [14] Muralidharan, J., Thiruvankadan, A. K., and Saravanakumar VR, "Effect of concentrate and urea molasses mineral block (UMMB) supplementation on the growth and feed consumption of Mecheri lambs under intensive rearing," *Indian Journal of Animal Research*, 50(3): 382-386. <https://www.indianjournals.com/ijor.aspx?target=ijor:ijar&volume=50&issue=3&article=017>. 2016.
 - [15] Irmayanti, I dan Nuraliah, S, "Kualitas Fisik Organoleptik Permen Ternak (Urea Molasses Multi-nutrient Block) dengan Lama Penyimpanan yang Berbeda," *Agrovital: Jurnal Ilmu Pertanian*, 8(1): 55-59. <http://dx.doi.org/10.35329/agrovital.v8i1.3873>. 2023.
 - [16] Rabiou, M. U., Bala, A. G., Bello, A. D., Al- Habib, I. K., and Shuaibu, A. S, "Production of Multinutrient Blocks for Ruminant Animals Using Different Types and Levels of Binders in the Sudan Guinea Savanna of Nigeria," *N. Y. Sci. J*, 9(8): 1-4, 2016.
 - [17] Suharyono, S, "Pengembangan Suplemen Pakan Urea Molasses Multi-nutrien Blok (UMMB) Menggunakan Sumber Protein Tepung Kedelai dan *Gliricidia sepium* (Gs) untuk Ternak Ruminansia," *Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi*, 10(1): 11-21. <https://core.ac.uk/download/pdf/291991996.pdf>. Juni 2014.
 - [18] Adams, K. A., Lawrence, E. K., and McGuire, E. K, "Student study guide with IBM SPSS workbook for research methods, statistics, and applications (2nd ed.)," SAGE Publications. 2022.
 - [19] Alzahrani, B., Alshabib, A., and Awliya, W, "Surface hardness and flexural strength of dual-cured bulk-fill restorative materials after solvent storage," *BMC oral health*, 23(1), 306. <https://doi.org/10.1186/s12903-023-03047-2>. 2023.
 - [20] Majeed, K., M. Jawaid., A. Hassan., A. A. Bakar., H.P.S. Abdul Khalil., A. A. Salema., and I. Inuwa, "Potential materials for food packaging from nanoclay/natural fibres filled hybrid composites," *Materials & Design*, (1980-2015), Volume 46: 391-410, <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2012.10.044>. 2013.
 - [21] Omoniyi, L. A., Isah, O. A., Adewumi, O. O., Arigbede, O. M., and Onwuka, C. F. I, "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): 113-121, 2013.
 - [22] Ruwandani, S., Yunilas., and Trisna, A, "Effect of UMMB (Urea Molasses Multi-nutrient Block) Based on Coffee Skin on Erythrocytes, Hematocrit and Hemoglobin in Transport Stress of Sheep," *Jurnal Peternakan Integratif*, 12(01): 23-28. 2024.
 - [23] Bhikare, A. U., Gaikwad, U. S., Ambore, B. N., Kulkarni, S. K. R., Patil, S. S., Mandakmale, S. D., Thombare, B. M., Sawant, S. J. T., and Biradar, S. G. S, "Animal Science and Technology, 1st Edition," Shri Vivek Uttam Gosavi, Controller Maharashtra State Textbook Bureau, Prabhadevi, Mumbai - 400 025. 2019.
 - [24] Uyeh, D. D., Kim, J., Lohumi, S., Park, T., Cho, B.-K., Woo, S., Lee, W. S., and Ha, Y, "Rapid and Non-Destructive Monitoring of Moisture Content in Livestock Feed Using a Global Hyperspectral Model," *Animals*, 11(5), 1299. <https://doi.org/10.3390/ani11051299>. 2021.
 - [25] Tanwar, P. S., Kumar, Y and Rathore, R. S, "Effect of Urea Molasses Mineral Block (UMMB) Supplementation on Milk Production in Buffaloes Under Rural Management Practices," *The Journal of Rural and Agricultural Research* 13(2): 19-21. 2013.
 - [26] Hasanah, N and Wahyono, N. D, "Herbal Beef Candy with Differences in Giving *Curcuma zedoaria* as A Constituent of Urea Molasses Block (UMB) on Physical Quality," In: *Proceedings of the National Seminar on Applied Innovative Research*, 7(1): 476-481. 2021.
 - [27] Zhao, Y., Shao, Y., Fan, S., Bai, J., Zhu, L., Zhu, Y., and Xiao, X, "Advanced Modification Strategies of Plant-Sourced Dietary Fibers and Their Applications in Functional Food," *Foods (Basel, Switzerland)*, 14(15), 2710. <https://doi.org/10.3390/foods14152710>. 2025.
 - [28] Yanuartono., Indarjulianto, S., Nururrozi, A., Purnamaningsih, H., dan Raharjo, S, "Urea Molasses Multi-nutrien Blok sebagai Pakan Tambahan pada Ternak Ruminansia," *Jurnal Veteriner*, 20(3): 445-451, <https://doi.org/10.19087/jveteriner.2019.20.3.445>. September 2019.
 - [29] Dewi, S., Bumantara, A., Hasanah, C. M., Meryam, M., Ariyanda, Y, dan Rizqiana, S, "Optimalisasi Pakan Ternak melalui Pembuatan UMMB di Desa Mekar Sari, Binuang, Kabupaten Tapin," *PengabdianMu: Jurnal Ilmiah Pengabdian Kepada Masyarakat*, 11(4): 1005-1010. 2026.
 - [30] Mobashar, M., Khan, M. T., Marjan, M., Ahmad, S., Farooq, U., Khalid, M. F., Mustafa, R., Khan, N., Sadiq, A. B., Shah, A., & Abdel-Wareth, A. A. A, "Urea molasses mineral block under various feeding systems improved nutrient digestibility, productive performance and blood biochemical profile of Yaks," *BMC veterinary research*, 19(1), 149. 2023. <https://doi.org/10.1186/s12917-023-03676-3>
 - [31] Muralidharan, J., Thiruvankadan A.K., Saravanakumar Ramesh V, "Effect of concentrate and urea molasses mineral block (UMMB)

- supplementation on the growth and feed consumption of Mecheri lambs under intensive rearing,” *Indian Journal of Animal Research*. 50(3): 382-386. 2016. <https://doi.org/10.18805/ijar.9421>
- [32] Jayawickrama, D. R., Weerasinghe, P. B., Jayasena, D. D., and Mudannayake, D. C, “Effects of supplementation of urea-molasses multnutrient block (UMMB) on the performance of dairy cows fed good quality forage based diets with rice straw as a night feeding,” *CNU Journal of Agricultural Science*, 40(2), 123-129. 2013. <https://doi.org/10.7744/cnujas.2013.40.2.123>
- [33] Irsyad, M., Yunilas, Kaban, B. A. E. A., Sitorus, D. R., Ramadhani, R., and Soraya, D, “Palatability test of Urea Molasses Multinutrient Block (UMMB) based on cocoa pods fermented with LMO (Local Microorganisms) in sheep,” *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1286(1), Article 012027. 2023. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1286/1/012027>
- [34] Chethan, K. P., Gowda, K. H., Phand, S., dan Das, S, “*Emerging Trends in Livestock Nutrition for Health and Production*,” National Institute of Agricultural Extension Management (MANAGE), Hyderabad, India; Campus Veterinarian, Hassan, Karnataka University of Animal and Veterinary Sciences (B), Karnataka, India. 2023.
- [35] Nurmi, A and Harahap, M. F, “Palatability Test of Mineral Herbal Blocks on Performance of Local Sheep,” *Indonesian Journal of Agricultural Research*, 02(02): 60-66. 2019.
- [36] Dericson, J., Irda, I., Dewi, M., Salvia, Arisya, W., and Rahmi, N, “Pengaruh bioaktivator berbeda terhadap karakteristik kandungan serat kasar dan protein kasar sabut kelapa muda fermentasi. *Journal of Livestock and Animal Health*, 8(1), 1-7. 2025. <https://doi.org/10.32530/jlah.v8i1.751>