

Kecernaan dan Fermentabilitas Rumen Secara *In Vitro* Menggunakan Cairan Rumen Kambing yang Diberi *Complete Feed* Berbasis Ampas Sagu Ambifer

(In Vitro Digestibility and Rumen Fermentability Using Goat Rumen Fluid Fed with Complete Feed Based on Ambifer Sago Pulp)

Afsitin Joan Tatra^{1*}, Wa Laili Salido¹, Husnaeni¹ dan Tarmiji¹

¹ Program Studi Peternakan Fakultas Pertanian, Perikanan dan Peternakan Universitas Sembilanbelas November Kolaka. Jl. Pemuda No 339. Tahoa, Kec. Kolaka, Kab. Kolaka, Sulawesi Tenggara, Indonesia 93561

*Corresponding author: afsitinjt@gmail.com

Abstrak. Pemberian pakan dalam bentuk *complete feed* yang diformulasikan dari bahan-bahan lokal diperlukan untuk mengoptimalkan pemanfaatan sumber daya lokal serta mengurangi limbah agroindustri, khususnya dari pengolahan sagu. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kecernaan *in vitro* dan fermentabilitas rumen kambing yang diberi ransum dengan substitusi rumput gajah menggunakan ampas sagu ambifer. Penelitian dilaksanakan pada bulan Juli hingga Oktober 2025 di Kecamatan Tanggetada dengan enam perlakuan pakan, yaitu R0 (0% ampas sagu ambifer), R1 (10%), R2 (20%), R3 (30%), R4 (40%), dan R5 (50%) dengan 4 ulangan. Parameter yang diamati meliputi kecernaan nutrien, yaitu kecernaan bahan kering (KcBK), kecernaan bahan organik (KcBO), dan kecernaan protein kasar (KcPK), serta karakteristik fermentasi rumen yang terdiri atas asam lemak volatil (VFA), amonia (NH₃), dan pH. Penelitian ini menggunakan rancangan acak kelompok (RAK), dan data yang berbeda nyata dianalisis menggunakan uji lanjut Duncan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa substitusi rumput gajah dengan ampas sagu ambifer secara *in vitro* tidak memberikan pengaruh negatif terhadap kecernaan maupun fermentabilitas rumen. Selain itu, perlakuan R5 secara signifikan ($P < 0,05$) menghasilkan nilai kecernaan dan fermentasi rumen tertinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

Kata kunci: Kecernaan, In Vitro, *Complete Feed*, Ampas sagu, Ambifer

Abstract. The provision of feed in the form of a complete feed formulated from locally available ingredients is necessary to optimize the utilization of local resources and to reduce agro-industrial waste, particularly from sago processing. This study aimed to evaluate the *in vitro* digestibility and rumen fermentability of goats fed diets in which elephant grass was substituted with ambifer sago pulp. The study was conducted from July to October 2025 in Tanggetada District using six dietary treatments: R0 (0% ambifer sago pulp), R1 (10%), R2 (20%), R3 (30%), R4 (40%), and R5 (50%), with four replications. The observed parameters included nutrient digestibility, namely dry matter digestibility (DMD), organic matter digestibility (OMD), and crude protein digestibility (CPD), as well as rumen fermentation characteristics consisting of volatile fatty acids (VFA), ammonia (NH₃), and pH. The experiment was arranged in a randomized block design (RBD), and significant differences among treatments were further analyzed using Duncan's multiple range test. The results showed that the *in vitro* substitution of elephant grass with ambifer sago pulp did not negatively affect digestibility or rumen fermentability. Furthermore, treatment R5 significantly ($P < 0.05$) resulted in the highest digestibility and rumen fermentation values compared to the other treatments..

Keywords: Digestibility, In Vitro, Complete Feed, Sago Pulp, Ambifer

1. Pendahuluan

Ketersediaan pakan berkualitas dan berkelanjutan merupakan faktor kunci dalam mendukung produktivitas ternak ruminansia. Namun, ketergantungan pada hijauan berkualitas tinggi seperti rumput gajah sering menghadapi kendala, terutama pada musim kemarau, keterbatasan lahan, dan fluktuasi

produksi hijauan. Kondisi ini mendorong perlunya pemanfaatan sumber daya lokal dan limbah agroindustri sebagai bahan pakan alternatif yang berpotensi menekan biaya produksi dan meningkatkan efisiensi sistem peternakan.

Salah satu limbah agroindustri yang melimpah di Indonesia, khususnya di wilayah penghasil sagu, adalah ampas sagu. Ampas sagu memiliki kandungan karbohidrat yang relatif tinggi, namun kualitas nutrisinya masih terbatas karena rendahnya kandungan protein dan relatif tingginya fraksi serat kasar, sehingga dapat menurunkan tingkat pencernaan apabila diberikan secara langsung kepada ternak ruminansia. Oleh karena itu, diperlukan teknologi pengolahan yang tepat untuk meningkatkan nilai nutrisi dan ketersediaan nutrisi ampas sagu.

Teknologi Ambifer (amoniasi biofermentasi) merupakan salah satu metode pengolahan yang mengombinasikan perlakuan amoniasi menggunakan urea dan proses biofermentasi dengan bantuan mikroorganisme. Teknologi ini memiliki beberapa kelebihan, antara lain mampu meningkatkan kandungan nitrogen atau protein kasar, menurunkan ikatan lignoselulosa, serta meningkatkan pencernaan serat dan ketersediaan nutrisi bagi mikroba rumen [1][2]. Selain itu, proses biofermentasi juga dilaporkan dapat meningkatkan kandungan protein kasar dan memperbaiki kualitas fisik serta stabilitas pakan, sehingga lebih layak digunakan sebagai pakan ruminansia[2][3].

Penerapan konsep *complete feed* berbasis bahan pakan lokal menjadi strategi yang efektif dalam memanfaatkan ampas sagu Ambifer. *Complete feed* memungkinkan formulasi ransum yang lebih seimbang secara nutrisi, mengurangi selektivitas pakan oleh ternak, serta meningkatkan efisiensi fermentasi rumen[4]. Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan bahan pakan limbah agroindustri yang difermentasi dalam formulasi *complete feed* mampu meningkatkan pencernaan nutrisi dan karakteristik fermentasi rumen secara *in vitro* [5][6].

Gap penelitian yang masih perlu dikaji adalah sejauh mana substitusi rumput gajah dengan ampas sagu Ambifer dalam *complete feed*, khususnya hingga tingkat tinggi, memengaruhi pencernaan nutrisi dan karakteristik fermentasi rumen kambing. Selain itu, informasi mengenai respon fermentasi rumen secara *in vitro* terhadap penggunaan ampas sagu Ambifer sebagai bahan utama dalam *complete feed* masih terbatas, sehingga diperlukan kajian ilmiah untuk memastikan keamanan dan efektivitasnya sebelum diaplikasikan secara *in vivo*.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pencernaan nutrisi dan fermentabilitas rumen kambing secara *in vitro* dengan pemberian *complete feed* dengan substitusi rumput gajah menggunakan ampas sagu Ambifer pada berbagai tingkat penggunaan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah dalam pengembangan pakan berbasis sumber daya lokal serta mendukung pemanfaatan limbah agroindustri secara berkelanjutan dalam sistem peternakan ruminansia.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pakan *complete feed* yang diformulasikan menggunakan bahan pakan yang terdiri dari rumput gajah, ampas sagu ambifer, tepung daun gamal, tepung kelor, dedak dan jagung dengan alat yang digunakan terdiri dari terpal, plastik sampul, parang, blender dan timbangan.

2.1. Prosedur

2.1.1. Fermentasi Ampas Sagu Ambifer

Ampas sagu ambifer dibuat dengan menambahkan urea 5% dan mikroorganisme lokal dari cairan rumen sebanyak 4% per kilo bobot ampas sagu. Semua bahan dicampur sampai homogen dan diinkubasi selama 21 hari. Setelah 21 hari ampas sagu ambifer dijemur sampai kering dan digiling halus menjadi tepung.

2.1.2. Tepung rumput gajah, tepung daun kelor dan tepung daun gamal

Rumput gajah, daun kelor dan daun gamal dikeringkan dibawah sinar matahari sampai kering. Setelah kering rumput gajah, daun kelor dan daun gamal digiling sampai halus hingga berbentuk tepung.

2.1.3. Pencampuran Pakan

Bahan pakan yang sudah menjadi tepung ditimbang dan dicampur sampai homogen sesuai dengan formulasi ransum pada tabel 1.

Tabel 1. Susunan Ransum *Complete Feed* Berbasis Ampas Sagu Ambifer

Jenis bahan	Kandungan Nutrien						
	BK	Abu	PK	LK	SK	BETN	TDN
Rumput Gajah	22.20	12.00	8.89	2.71	32.30	43.70	51.60
Gamal	24.09	7.04	16.82	2.19	24.57	49.38	62.74
Ampas Sagu Ambifer 4%	19.97	4.82	8.47	0.70	13.92	72.09	54.06
Dedak Padi	81.57	9.80	10.54	8.23	19.34	52.10	74.14
Jagung	88.69	1.53	8.32	2.37	2.72	85.07	80.80
Tepung Kelor	90.83	10.44	28.39	0.15	8.87	52.16	74.87
Jenis Bahan	Persentase Penggunaan						
	R0	R1	R2	R3	R4	R5	
Rumput Gajah	50.00	40.00	30.00	20.00	10.00	0.00	
Ampas Sagu Ambifer 4%	0.00	10.00	20.00	30.00	40.00	50.00	
Gamal	0.00	0.00	0.00	1.24	4.83	8.39	
Dedak Padi	7.73	14.40	21.08	24.46	21.91	19.37	
Jagung	16.24	10.10	3.95	0.00	0.00	0.00	
Tepung Kelor	26.03	25.50	24.97	24.27	23.25	22.24	
Jumlah	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	
Jenis Bahan	Kandungan Nutrien dalam Ransum						
	R0	R1	R2	R3	R4	R5	
PK	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	
TDN	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	

Ket: kandungan nutrien hasil analisis laboratorium PAU IPB University

2.1.4 Analisis pencernaan

Koefisien cerna bahan kering (KcBK), Koefisien cerna bahan organik (KcBO) dan Koefisien cerna protein kasar dianalisis menggunakan metode Theodorou [7]. Sebanyak 0,75 g sampel diinkubasi dengan 50 mL larutan McDougall dan 25 mL cairan rumen pada suhu 39 °C selama 24 jam. Setelah inkubasi, mikroba diinaktivasi menggunakan HgCl₂, kemudian residu dipisahkan melalui sentrifugasi dan diinkubasi kembali dengan larutan pepsin-HCl selama 24 jam. Residu selanjutnya disaring menggunakan kertas saring Whatman No. 41, dikeringkan dalam oven 105 °C selama 24 jam untuk penentuan KcBK, dan diabukan dalam tanur 600 °C selama 5 jam untuk penentuan KcBO. Untuk KcPK akan dianalisis protein kasar sebelum dan sesudah inkubasi menggunakan metode Kjeldhal. Nilai KCBK dan KCBO dihitung menggunakan rumus yang telah ditetapkan.

$$KcBK (\%) = \frac{BK \text{ sampel } (g) - (BK \text{ residu } (g) - BK \text{ blanko } (g))}{BK \text{ sampel } (g)} \times 100$$

$$KcBO (\%) = \frac{BO \text{ sampel } (g) - (BO \text{ residu } (g) - BO \text{ blanko } (g))}{BO \text{ sampel } (g)} \times 100$$

$$KcPK (\%) = \frac{PK \text{ pakan} - PK \text{ Residu}}{PK \text{ pakan}} \times 100$$

2.1.5 Analisis Volatil fatty acid (VFA)

Konsentrasi total volatile fatty acids (VFA) dianalisis menggunakan metode destilasi uap. Sebanyak 5 mL supernatan didestilasi dengan penambahan 1 mL H₂SO₄ 15%, kemudian hasil destilasi ditampung dalam erlenmeyer berisi 5 mL NaOH 0,5 N. Selanjutnya, ditambahkan indikator fenolftalein dan dilakukan titrasi menggunakan HCl 0,5 N hingga terjadi perubahan warna. Konsentrasi VFA total dihitung berdasarkan volume titran yang digunakan.

$$VFA \text{ Total } (mM) = \frac{(a - b) \times N \text{ HCl} \times \frac{1000}{5}}{\text{Berat sampel } (g) \times BK \text{ sampel } (g)}$$

Keterangan:

a = Volume titran blanko (ml)

b = Volume titran contoh (ml)

N = Normalitas larutan HCl

2.1.6 Analisis NH₃

Konsentrasi amonia (NH₃) dianalisis menggunakan metode mikrodifusi Conway. Sebanyak 1 mL supernatan cairan rumen hasil sentrifugasi ditempatkan pada alur cawan Conway bersama 1 mL larutan Na₂CO₃ jenuh, sedangkan 1 mL larutan asam borat berindikator diletakkan pada cawan tengah. Cawan ditutup rapat dan diinkubasi pada suhu ruang selama 24 jam. Amonia yang terbentuk ditangkap oleh larutan asam borat dan selanjutnya dititrasi menggunakan larutan H₂SO₄ hingga terjadi perubahan warna. Konsentrasi NH₃ dihitung berdasarkan volume dan normalitas H₂SO₄ yang digunakan.

$$\text{Konsentrasi amonia } (mM) = \frac{ml \text{ H}_2\text{SO}_4 \times N \text{ H}_2\text{SO}_4 \times 1000 \text{ mM}}{\text{Berat sampel } (g) \times BK \text{ sampel}}$$

2.1.7 Analisis pH

Nilai pH sampel setelah inkubasi 24 jam diukur menggunakan pH meter yang telah dikalibrasi dengan larutan standar pH 4 dan 7. Setelah pengukuran, elektroda pH meter dibilas sebelum digunakan untuk sampel berikutnya.

2.5 Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok dengan 6 Perlakuan dan 4 Ulangan. Perlakuan pada penelitian ini adalah :

R0: Ampas sagu ambifer 0%

R1: Ampas sagu ambifer 10%

R2: Ampas sagu ambifer 20%

R3: Ampas sagu ambifer 30%

R4: Ampas sagu ambifer 40%

R5: Ampas sagu ambifer 50%

Analisi dilakukan dengan menggunakan software SPSS 16. Hasil yang berbeda nyata akan diuji lanjut dengan uji lanjut DUNCAN.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Kecernaan

Kecernaan diartikan sebagai proporsi pakan yang mengalami proses degradasi dalam saluran pencernaan dan diserap oleh tubuh, sedangkan fraksi yang tidak tercerna akan dikeluarkan melalui ekskresi feses. Tingkat kecernaan yang lebih tinggi menunjukkan semakin besar ketersediaan nutrisi yang dapat dimanfaatkan untuk mendukung performa dan produktivitas ternak [8]. Berdasarkan hasil sidik ragam substitusi ampas sagu ambifer memberi pengaruh yang nyata terhadap KcBK, KcBO dan KcPK pada *complete feed* dengan substitusi ampas sagu ambifer sebanyak 50% mempunyai kecernaan yang lebih besar dibandingkan perlakuan yang lain. Kisaran nilai KcBK, KcBO dan KcPK pada penelitian ini adalah 58,11% - 70,86%, 58,68% - 73,24% dan 60,82% - 71,62%. Nilai kecernaan KcBK dan KcBO yang diperoleh pada penelitian ini lebih kecil dari yang diperoleh pada penelitian pemberian ampas sagu yang difermentasi pada kambing kacang dengan nilai kecernaan 78.96% dan 79.68% [9]. Hal ini diduga terjadi karena kandungan serat kasar pada penelitian ini lebih tinggi seperti yang dinyatakan [9] bahwa nilai kecernaan erat berkaitan dengan kandungan nutrisi suatu bahan pakan ternak tertentu terutama kandungan serat kasar pada ternak ruminansia. Penambahan urea pada pembuatan ampas sagu ambifer pada penelitian diduga menyebabkan nilai kecernaan menjadi meningkat bila dibandingkan dengan perlakuan tanpa ampas sagu ambifer karena urea berperan sebagai alkali yang dapat melepaskan ikatan hidrogen dan lignin dari serat tanaman dengan terjadinya peningkatan pH dan reaksi kimira yang memutus ikatan antara lignin dengan selulosa dan hemiselulosa sehingga serat yang ada dalam bahan pakan lebih mudah untuk didegradasi oleh rumen [10].

Tabel 2. Kecernaan *Complete Feed* Berbasis Ampas Sagu Ambifer

Perlakuan	Kecernaan (%)		
	KcBK	KcBO	KcPK
R0	58.11 ^e	58.68 ^e	60.82 ^f
R1	60.40 ^d	61.78 ^d	64.22 ^e
R2	61.13 ^{cd}	62.79 ^d	66.63 ^d
R3	62.23 ^c	64.05 ^c	67.85 ^c
R4	66.25 ^b	68.50 ^b	70.26 ^b
R5	70.86 ^a	73.24 ^a	71.62 ^a

Ket : R0: Ampas sagu ambifer 0%; R1: Ampas sagu ambifer 10%; R2: Ampas sagu ambifer 20%; R3: Ampas sagu ambifer 30%; R4: Ampas sagu ambifer 40%; R5: Ampas sagu ambifer 50%

Koefisien kecernaan protein kasar adalah persentase protein kasar yang dapat dicerna oleh ternak dalam saluran pencernaan. Semakin tinggi koefisien kecernaan protein kasar berbanding lurus dengan peningkatan bobot badan ternak. Pada penelitian ini *complete feed* yang diberi ampas sagu ambifer sampai dengan 50% mempunyai KcPK yang lebih besar dibandingkan yang lain yaitu 71,62%. Hasil penelitian ini berada dalam kisaran KcPK yang direkomendasikan untuk kecernaan protein kasar pada kambing berkisar dari 23% - 75%, tetapi kecernaan protein *complete feed* ampas sagu ambifer pada penelitian ini mempunyai nilai yang sebanding dengan pemberian bungkil inti sawit dan ampas tahu pada kambing peranakan etawa jantan mempunyai KcPK berkisar 69,8-72,0% [11]. Peningkatan kecernaan protein kasar pada perlakuan dengan tingkat ampas sagu Ambifer tertinggi (R5) menunjukkan adanya peran sinergis antara urea dan mikroorganisme lokal. Urea berfungsi sebagai sumber nitrogen yang cepat terdegradasi sehingga meningkatkan ketersediaan amonia untuk sintesis protein mikroba [12], sedangkan mikroorganisme hasil biofermentasi berkontribusi dalam menyediakan enzim proteolitik dan meningkatkan aktivitas mikroba rumen [13]. Kondisi ini meningkatkan ketersediaan dan pemanfaatan protein oleh mikroba rumen, sehingga kecernaan protein kasar menjadi lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya.

3.2. Fermentabilitas Rumen

Fermentasi rumen adalah suatu proses biologis yang cukup rumit yang melibatkan interaksi mikroorganisme dengan bahan pakan untuk menghasilkan berbagai produk seperti *volatile fatty acids* (VFA), amonia (NH_3), protein mikroba, metana (CH_4) dan karbondioksida (CO_2) [14][15][5]. Hasil sidik ragam fermentabilitas rumen menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada parameter VFA, NH_3 dan pH, makin tinggi ampas sagu ambifer yang digunakan dalam pakan *complete feed* maka nilai VFA dan NH_3 yang dihasilkan juga semakin tinggi sedangkan untuk nilai pH dengan makin tinggi ampas sagu ambifer yang digunakan akan menurunkan nilai pH.

Nilai VFA pada penelitian ini berkisar dari 85.74 mM – 152.16 mM. Nilai VFA yang dihasilkan pada penelitian ini tidak terlalu berbeda dengan nilai VFA *complete feed* yang menggunakan ampas sagu fermentasi untuk menggantikan onggok yang berkisar dari 65 mm-208 mM [6], *complete feed* dengan 60% jerami fermentasi dengan nilai VFA yang berkisar dari 103 mm-115 mM [13]. Nilai VFA yang dihasilkan juga masih berada dalam nilai VFA yang direkomendasikan oleh [12] minimal nilai VFA total adalah 70 mM.

Nilai NH_3 pada penelitian ini berkisar dari 13.41 mM – 30.15 mM dengan nilai NH_3 tertinggi pada perlakuan R5, semakin tinggi ampas sagu ambifer yang digunakan untuk mensubstitusi rumput gajah maka nilai NH_3 juga semakin meningkat. Beberapa perlakuan pada penelitian ini mempunyai nilai NH_3 yang lebih tinggi dari yang direkomendasikan bahwa nilai NH_3 yang dibutuhkan oleh mikroba untuk menunjang pertumbuhannya adalah 6 mM – 21 mM [12]. Tingginya nilai NH_3 dapat disebabkan dengan penggunaan urea pada proses pengolahan ampas sagu ambifer walaupun urea yang digunakan dalam proses pengolahan ampas sagu sebanyak 5% tetapi ketika diformulasi menjadi ransum perlakuan R5 dengan ampas sagu sampai 50% menyebabkan urea yang ada dipakan R5 lebih tinggi konsentrasinya yang bisa menyebabkan NH_3 rumen menjadi meningkat. Hal ini sesuai dengan pernyataan bahwa penggunaan protein cepat terdegradasi seperti urea akan meningkatkan konsentrasi NH_3 dalam rumen [16][17][18]. Konsentrasi NH_3 yang tinggi juga dapat disebabkan tidak tersedianya energi yang fermentabel untuk mikroba dapat memanfaatkan N menjadi protein mikroba sehingga konsentrasi NH_3 dalam rumen meningkat [18].

Tabel 3. Fermentabilitas rumen *Complete Feed* Berbasis Ampas Sagu Ambifer

Perlakuan	Fermentabilitas Rumen		
	VFA (mM)	NH_3 (mM)	pH
R0	85.74 ^e	13.41 ^f	6.96 ^a
R1	112.60 ^d	18.12 ^e	6.93 ^b
R2	131.06 ^c	20.75 ^d	6.90 ^c
R3	139.49 ^{bc}	22.67 ^c	6.89 ^c
R4	143.45 ^{ab}	25.97 ^b	6.87 ^d
R5	152.16 ^a	30.15 ^a	6.86 ^d

Ket : R0: Ampas sagu ambifer 0%; R1: Ampas sagu ambifer 10%; R2: Ampas sagu ambifer 20%; R3: Ampas sagu ambifer 30%; R4: Ampas sagu ambifer 40%; R5: Ampas sagu ambifer 50%

Tingginya NH_3 jika tidak diimbangi oleh energi akan menyebabkan kelebihan yang tidak akan dikonversi menjadi protein mikroba dan akan diserap kedalam darah dan dikonversi menjadi urea di hati melalui siklus urea yang akan di ekskresikan melalui urine [18]. Tingginya ekskresi nitrogen dalam urine akan menurunkan efisiensi penggunaan protein ransum dan dapat berdampak pada penurunan performa ternak. Nilai pH pada penelitian ini semakin kecil dengan semakin besarnya penggunaan ampas sagu ambifer dengan nilai pH berkisar dari 6.96 – 6.86 tetapi nilai pH ini masih dalam kisaran

optimal pH rumen agar proses fermentasi dan degradasi optimum adalah 6 – 7 [19] dengan pH 6.5 – 6.8 memberikan efisiensi degradasi selulosa tertinggi [20].

4. Kesimpulan

Pemanfaatan ampas sagu ambifer sampai dengan 50% pada pakan *complete feed* kambing tidak memberi pengaruh negatif terhadap pencernaan dan fermentabilitas rumen selain itu nilai pencernaan dan fermentabilitas rumen pakan *complete feed* dengan 50% ampas sagu ambifer mempunyai nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan yang lainnya. Hasil ini menunjukkan bahwa ampas sagu Ambifer berpotensi digunakan sebagai bahan pakan alternatif dalam formulasi *complete feed* kambing.

5. Ucapan terimakasih

Penulis menyampaikan apresiasi kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Direktorat Jenderal Riset dan Pengembangan, Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi atas dukungan pendanaan penelitian dengan nomor kontrak 071/E5/PG.02.00.PL/2025; 90/UN56.D.01/PN.03.00/2025. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat serta Fakultas Pertanian, Perikanan, dan Peternakan Universitas Sembilanbelas November Kolaka atas izin dan fasilitasi pelaksanaan penelitian. Selain itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah berkontribusi dalam pengumpulan data penelitian.

6. Daftar Pustaka

- [1] Sumiana IK, J Ekasari, D Jusadi, and M Setiawati. 2020. View of utilization of fermented sago pulp as a source of carbohydrate in feed for Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. *Jurnal Akuakultur Indonesia*.19(2):106–17.
- [2] Tatra AJ, WL Salido, H Husnaeni, R Jannah, dan LOMA Salam. Kualitas fisik dan kimia ampas sagu melalui pengolahan amoniasi dan biofermentasi menggunakan mikroorganisme lokal. *Journal of Animal Science International* 10(2):41–5. Doi: <https://doi.org/10.32938/ja.v10i2>.
- [3] Tatra AJ, WL Salido, dan R Ristina. Kualitas fisik dan pH ampas sagu melalui pengolahan amoniasi dan biofermentasi menggunakan ragi tempe. *Jurnal Ilmiah Peternakan Halu Oleo*. 16(4):318–24.
- [4] Beigh YA, AM Ganai, and HA Ahmad. Prospects of complete feed system in ruminant feeding: A review. *Veterinary World*. Vol. 10: 424–37.
- [5] Samadi, SM Pratama, S Wajizah, and A Jayanegara. 2020. Evaluation of agro-industrial by products as potential local feed for ruminant animals: Volatile fatty acid and NH₃ concentration, gas production and methane emission. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Institute of Physics Publishing
- [6] Wardono HP, A Astuti, N Ngadiyono, and A Agus. 2024. Enhancing ruminant feed through in vitro assessment of sago hampas fermentation as an onggok substitute. *Livestock Research for Rural Development*. Volume 36
- [7] Theodorou MK, BA Williams, MS Dhanoa, AB Mcallan, and J France. 1994. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. *Anim Feed Sci Technol*. 48:185–97.
- [8] Febrina D. 2012. Kecernaan ransum sapi peranakan ongole berbasis limbah perkebunan kelapa sawit yang diamoniasi urea. *Jurnal Peternakan*. 9(2):68–74.
- [9] Setiawan D, A Jayanegara, Nahrowi, and NR Kumalasari. 2022. Performance and nutrient digestibility of kacang goats fed with fermented sago waste. Dalam: *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Institute of Physics
- [10] Noersidiq A, Y Marlida, M Zain, A Kasim, F Agustin, F Adzitey and N Huda. 2018. The Roles of Ammoniation, Direct Fed Microbials (DFM) and Cobalt (Co) in the Creation of Complete Cattle Feed Based from Oil Palm Trunk. *J Agrobiotech*. 9(2):92–107.

- [11] Yulianti G, D Dwatmadji, dan T Suteky. 2019. Kecernaan Protein Kasar dan Serat Kasar Kambing Peranakan Etawa Jantan yang diberi Pakan Fermentasi Ampas Tahu dan Bungkil Inti Sawit dengan Imbangan yang Berbeda. *Jurnal Sain Peternakan Indonesia*. 14(3):272–81.
- [12] Mcdonald P, RA Edwards, JFD Greenhalgh, CA Morgan, LA Sinclair, and RG Wilkinson. 2010. *Animal Nutrition*. 7th ed. Pearson Press, UK
- [13] Marlida Y, H Harnentis, YS Nur, and LR Ardani. 2023. New probiotics (*Lactobacillus plantarum* and *Saccharomyces cerevisiae*) supplemented to fermented rice straw-based rations on digestibility and rumen characteristics in vitro. *J Adv Vet Anim Res*. 10(1):96–102.
- [14] Hamid MMA, J Moon, D Yoo, H Kim, YK Lee, J Song and J Seo. 2021. Rumen fermentation, methane production, and microbial composition following in vitro evaluation of red ginseng byproduct as a protein source. *J Anim Sci Technol*. 62(6):801–11.
- [15] Hasanah H, E Pangestu, A Agus and J Achmadi. 2020. In vitro rumen fermentability of the pelleted feed containing water spinach (*Ipomoea aquatica*). *Am J Anim Vet Sci*. 15(1): 67-72
- [16] Pilachai R, JT Schonewille, C Thamrongyoswittayakul, S Aiumlamai, C Wachirapakorn, H Everts and WH Hendriks. 2012. The effects of high levels of rumen degradable protein on rumen pH and histamine concentrations in dairy cows. *J Anim Physiol Anim Nutr (Berl)*. 96(2):206–213.
- [17] Seo JK, MH Kim, JY Yang, HJ Kim, CH Lee, KH Ki and KH Jong. 2013. Effects of synchronicity of carbohydrate and protein degradation on rumen fermentation characteristics and microbial protein synthesis. *Asian-Australas J Anim Sci*. 26(3):358–65.
- [18] Hailemariam S, S Zhao, Y He and J Wang. 2021. Urea transport and hydrolysis in the rumen: A review. *Animal Nutrition*. 7(2021): 989–96.
- [19] Zain M, UH Tanuwiria, JA Syamsu, Y Yunilas, R Pazla, EM Putri, M Makmur, U Amanah, PO Shafura and B Bagaskara. 2024. Nutrient digestibility, characteristics of rumen fermentation, and microbial protein synthesis from Pesisir cattle diet containing non-fiber carbohydrate to rumen degradable protein ratio and sulfur supplement. *Vet World*. 17(3):672–81.
- [20] Zhang L, J Chung, Q Jiang, R Sun, J Zhang, Y Zhong and N Ren. 2017. Characteristics of rumen microorganisms involved in anaerobic degradation of cellulose at various pH values. *RSC Adv*. 7(64):40303–40310.