

IMBANGAN RUMPUT GAJAH DAN KONSENTRAT MENGANDUNG RUMPUT LAUT TERHADAP pH, KONSENTRASI NH₃ DAN VFA TOTAL SECARA IN VITRO

Margia Azzahra^{1*}, Rahmat Hidayat¹, Ujang Hidayat Tanuwiria¹, Urip Rosani¹

¹Program Studi Peternakan, Fakultas Peternakan, Universitas Padjadjaran
Jl. Raya Bandung Sumedang KM 21, Jatinangor 45363, Indonesia
* Email: margiaazzahra930@gmail.com

(Submitted: 12-06-2025; Revised: 05-08-2025; Accepted: 10-09-2025)

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh imbalan rumput gajah dan konsentrat mengandung rumput laut *Gracilaria sp* dengan level yang berbeda terhadap pH, konsentrasi NH₃ dan VFA total menggunakan metode *in vitro*. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 5 ulangan, dengan perlakuan yang dicobakan adalah RG1= 80% rumput gajah + 20% konsentrat, RG2= 60% rumput gajah + 40% konsentrat, RG3= 40% rumput gajah + 60% konsentrat, RG4= 20% rumput gajah + 80% konsentrat. Variabel yang diamati yaitu pH, konsentrasi NH₃, dan VFA total. Analisis data menggunakan ANOVA dengan bantuan aplikasi SPSS, dilanjutkan uji Duncan untuk melihat perbedaan pengaruh antar perlakuan. Hasil penelitian menunjukkan rata-rata pH berada pada kisaran RG1= 7,02; RG2= 6,9; RG3= 6,89; RG4= 6,82. Rataan konsentrasi NH₃ berada pada kisaran RG1= 5,67; RG2= 5,86; RG3= 5,19; RG4= 3,99 mM. Rataan konsentrasi VFA total berada pada kisaran RG1= 90,4; RG2= 122,61; RG3= 144,69; RG4= 137,04 mM. Analisis ragam menunjukkan imbalan rumput gajah dan konsentrat mengandung rumput laut *Gracilaria sp* berpengaruh nyata terhadap VFA total, namun tidak berpengaruh nyata terhadap pH dan Konsentrasi NH₃. Imbalan terbaik pada penelitian ini yaitu pada perlakuan RG3 dengan imbalan rumput gajah dan konsentrat sebesar (40%:60%).

Kata kunci: Rumput gajah, *Gracilaria sp*, pH, NH₃, VFA total

RATIO OF ELEPHANT GRASS AND CONCENTRATE CONTAINING ON pH, NH₃ CONCENTRATION, AND TOTAL VFA IN VITRO

ABSTRACT

This study aims to determine the effect of elephant grass and concentrate containing *Gracilaria sp* seaweed with different levels on pH, NH₃ concentration, and total VFA using *in vitro* methods. The study used a Completely Randomized Design (CRD) with 4 treatments and 5 replications, with the treatments tested being RG1 = 80% elephant grass + 20% concentrate, RG2 = 60% elephant grass + 40% concentrate, RG3 = 40% elephant grass + 60% concentrate, and RG4 = 20% elephant grass + 80% concentrate. The observed variables were pH, NH₃ concentration, and total VFA. Data analysis used ANOVA with the help of the SPSS application, followed by the Duncan test to see the difference in effect between treatments. The results showed that the average pH was in the range of RG1 = 7.02, RG2 = 6.9, RG3 = 6.89, and RG4 = 6.82. The average NH₃ concentration was in the range of RG1= 5.67; RG2= 5.86; RG3= 5.19; RG4= 3.99 mM. The average total VFA concentration was in the range of RG1= 90.4, RG2= 122.61, RG3= 144.69, and RG4= 137.04 mM. Analysis of variance showed that the balance of elephant grass and concentrate containing *Gracilaria sp* seaweed had a significant effect on total VFA, but had no significant effect on pH and NH₃ concentration. The best balance in this study was in the RG3 treatment with a balance of elephant grass and concentrate of (40%:60%).

Keywords: Elephant grass, *Gracilaria sp*, pH, NH₃, Total VFA

PENDAHULUAN

Rumput gajah menjadi salah satu pakan utama sumber serat yang sering dimanfaatkan sebagai pakan ternak ruminansia (Sirait, 2018). Rumput gajah

mengandung bahan kering 13,82%, protein kasar berkisar 8-12% (Barbosa *et al.*, 2025; Hakim *et al.*, 2023), serat kasar berkisar 30-35%, lemak kasar berkisar 1-2% dan kadar abu berkisar 4-12% (Indey *et al.*, 2025; Marafon *et al.*, 2021). Studi menunjukkan

penggunaan rumput gajah sebagai satu-satunya pakan hijauan yang diberikan tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan maupun bobot karkas pada domba (Awabdeh et al., 2022; Firdus, 2010). Rumput gajah memiliki kandungan protein kasar yang rendah serta serat kasar yang sulit dicerna. Penggunaan rumput gajah sebagai pakan utama tidak cukup, sehingga perlu dikombinasikan dengan konsentrat untuk memenuhi kebutuhan nutrisi ruminansia agar dapat mendukung produktivitas ternak (Soares et al., 2023; Luz et al., 2019). Salah satu bahan pakan yang berpotensi sebagai bahan pakan penyusun konsentrat yaitu rumput laut.

Rumput laut merupakan tumbuhan laut yang melimpah di perairan Indonesia, dan salah satu jenis rumput laut yang melimpah dan banyak dibudidayakan yaitu *Gracilaria sp.*, dikarenakan jenis ini banyak digunakan sebagai pengemulsi (*emulsifying agent*), stabilisator (*stabilizer*), dan pengental (*thickener*) (Nurazizah et al., 2020). Berat kering rumput laut *Gracilaria sp.* per siklus tanam menghasilkan rata-rata 2,36 ton/ha (Bhakti & Patahiruddin, 2021). Rumput laut *Gracilaria sp.* sangat potensial dijadikan sebagai bahan pakan penyusun konsentrat bagi ternak ruminansia karena menyediakan nutrisi penting seperti mineral, karbohidrat, dan protein, serta dapat meningkatkan daya cerna pakan (Min et al., 2021; Morais et al., 2020). Penggunaan suplementasi tepung rumput laut *Gracilaria sp.* sebanyak 8% memberikan hasil yang optimal dan berpengaruh nyata terhadap pencernaan, dengan nilai pencernaan bahan kering mencapai 71,02% dan pencernaan bahan organik 69,76% (Prayitno et al., 2019). Pertambahan bobot badan harian serta status kesehatan domba juga meningkat dengan suplementasi tepung rumput laut *Gracilaria sp.* (Selim et al., 2025; Wijaksono et al., 2020).

Imbangan hijauan dan konsentrat dalam pakan ruminansia perlu diperhatikan karena dapat mempengaruhi aktivitas mikroba dalam rumen, meningkatkan sumber energi dalam pakan secara efisien, sintesis protein mikroba esensial, yang semuanya penting untuk kesehatan dan produktivitas ternak (Chen et al., 2023; Palangi et al., 2022; Phesatcha et al., 2021). Mikroba rumen mampu mengubah protein pakan berkualitas rendah menjadi protein mikroba yang

berkualitas tinggi, yang dapat berpengaruh terhadap produk fermentasi rumen (Palmonari et al., 2024; Suryani et al., 2020). Parameter seperti pH, konsentrasi NH_3 , dan VFA total merupakan indikator yang digunakan dalam mengevaluasi aktivitas fermentasi dalam rumen (Zain et al., 2024; Mizrahi & Jami, 2018). Rumput laut berpotensi digunakan sebagai alternatif bahan pakan karena dapat mempengaruhi tingkat fermentabilitas rumen. Penggunaan *Gracilaria sp.* sebanyak 10% dalam ransum meningkatkan fermentabilitas rumen dan menghasilkan nilai pH dan fermentabilitas yang optimum (Hidayat et al., 2025). Imbangan 30% hijauan dan 70% konsentrat berpengaruh nyata dan menghasilkan nilai konsentrasi VFA dan NH_3 secara optimal (Syifarani et al., 2023).

Pengaruh imbangan rumput gajah dan konsentrat mengandung rumput laut *Gracilaria sp.* dengan level yang berbeda terhadap karakteristik dan nilai kelarutan nutrisi masih jarang dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh imbangan rumput gajah dan konsentrat mengandung rumput laut *Gracilaria sp.* dengan level yang berbeda terhadap nilai fermentabilitas meliputi pH, konsentrasi NH_3 dan VFA total dengan menggunakan metode *in vitro*.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September 2024 sampai Februari 2025 dan bertempat di Laboratorium Nutrisi Ternak Ruminansia dan Kimia Makanan Ternak, Fakultas Peternakan, Universitas Padjadjaran. Bahan penelitian meliputi ransum dan cairan rumen. Ransum penelitian disusun atas: rumput gajah, rumput laut *Gracilaria sp.*, ampas tahu, jagung, bungkil inti sawit, dedak padi, dan mineral. Kandungan nutrisi bahan pakan penyusun ransum disajikan pada Tabel 1. Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu *hammer mill*, *mesh*, oven, timbangan, wadah, corong, *beaker glass*, termos, pH, Syringe 100 mL, pipet volumetrik 100 mL, tabung fermentor, waterbath incubator, rak tabung fermentor, termometer, pipet ukur, alat sentrifugasi oregon. Kemudian alat pengujian NH_3 dan VFA total yaitu cawan conway, peralatan titrasi, peralatan destilasi markham dan erlenmeyer.

Tabel 1. Nutrien bahan pakan penelitian berdasarkan bahan kering

Bahan Pakan	Nutrien*						
	BK	Abu	PK	LK	SK	BETN	TDN
				%			
Rumput Gajah	20,29	9,12	10,69	2,06	32,60	45,53	55,19
Jagung Giling	85,55	4,13	11,87	3,09	9,61	71,30	76,97
Bungkil Inti Sawit	85,91	3,87	22,29	10,99	29,96	32,89	69,19
Dedak Padi	85,87	11,01	8,94	8,76	15,62	55,67	68,98
Ampas tahu	16,20	2,57	20,23	3,00	23,00	51,20	68,93
Mineral	100	100	0	0	0	0	0
Rumput laut	81,74	49,29	13,45	2,23	14,44	20,59	34,82

*Hasil Analisis Laboratorium Nutrisi Ternak Ruminansia dan Kimia Makanan Ternak Fakultas Peternakan Universitas Padjadjaran. BK (Bahan Kering), PK (Protein Kasar), SK (Serat Kasar), LK (Lemak Kasar), BETN (Bahan Ekstrak Tanpa Nitrogen), TDN (*Total Digestible Nutrient*)

Ransum disusun untuk kebutuhan domba bobot 25 kg, dengan target pertambahan bobot badan 100 g/hari (Kearl, 1982), dengan kebutuhan bahan kering 830 g, protein 85 g dan kebutuhan energi 550 g. Ransum yang digunakan merupakan campuran dari rumput gajah dan berbagai bahan pakan seperti jagung, bungkil inti sawit, dedak padi, ampas tahu, mineral,

rumput laut *Gracilaria sp.* Formulasi ransum setiap perlakuan dengan bantuan *software Microsoft Excel*. Adapun komposisi ransum penelitian berdasarkan bahan kering ditampilkan dalam Tabel 2, sedangkan kandungan nutriennya dihitung menggunakan *software Winfeed 2.8* dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 3 di bawah ini.

Tabel 2. Komposisi ransum penelitian berdasarkan bahan kering

Bahan Pakan	Perlakuan			
	RG1	RG2	RG3	RG4
	 %			
Rumput Gajah	80,00	60,00	40,00	20,00
Jagung Giling	4,00	8,00	12,00	16,00
Bungkil Inti Sawit	6,60	13,20	19,80	26,40
Dedak Padi	2,60	5,20	7,80	10,40
Ampas tahu	2,60	5,20	7,80	10,40
Mineral	0,20	0,40	0,60	0,80
Rumput laut	4,00	8,00	12,00	16,00

RG1 = Ransum yang mengandung 80% rumput gajah + 20% konsentrat, RG2 = Ransum yang mengandung 60% rumput gajah + 40% konsentrat, RG3 = Ransum yang mengandung 40% rumput gajah + 60% konsentrat, RG4 = Ransum yang mengandung 20% rumput gajah + 80% konsentrat.

Tabel 3. Nutrien ransum penelitian

Bahan Pakan	Perlakuan			
	RG1	RG2	RG3	RG4
	 %			
Bahan Kering	31,45	42,60	53,76	64,92
Abu	10,24	11,36	12,48	13,61
Protein Kasar	11,79	12,90	14,00	15,11
Lemak Kasar	2,89	3,72	4,56	5,39
Serat Kasar	30,02	27,45	24,87	22,29
BETN	45,05	44,57	44,09	43,61
TDN	56,78	58,36	59,95	61,53

RG1 = Ransum yang mengandung 80% rumput gajah + 20% konsentrat, RG2 = Ransum yang mengandung 60% rumput gajah + 40% konsentrat, RG3 = Ransum yang mengandung 40% rumput gajah + 60% konsentrat, RG4 = Ransum yang mengandung 20% rumput gajah + 80% konsentrat.

Cairan rumen yang digunakan berasal dari domba yang dipotong di Tempat Pemotongan Hewan (TPH) di Jatinangor, Kabupaten Sumedang. Cairan rumen domba A sebagai ulangan 1, Cairan rumen domba B sebagai ulangan 2, Cairan rumen domba C sebagai ulangan 3, Campuran cairan rumen domba A dan B digunakan sebagai ulangan 4, dan Campuran cairan rumen domba A dan C digunakan sebagai ulangan 5.

Desain dan Prosedur

Penelitian dilaksanakan dengan metode eksperimental menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan 4 perlakuan dan 5 ulangan sehingga terdapat 20 unit percobaan. Perlakuan yang dicobakan adalah sebagai berikut: RG1 = 80% rumput gajah + 20% konsentrat, RG2 = 60% rumput gajah + 40% konsentrat, RG3 = 40% rumput gajah + 60% konsentrat, dan RG4 = 20% rumput gajah + 80% konsentrat.

Penelitian terdiri tiga tahap yaitu persiapan sampel, preparasi sampel, serta analisis sampel meliputi pH, konsentrasi NH_3 dan VFA total.

a. Persiapan sampel

Persiapan pembuatan ransum yang terdiri atas: rumput gajah, rumput laut *Glacilaria sp.*, ampas tahu, dan jerami dikeringkan hingga diperoleh kondisi kering jemur, untuk selanjutnya dilakukan penggilingan agar lebih mudah pada saat penyaringan menggunakan *hammer mill*. Penyaringan telah dilakukan menggunakan mesh 30 mm. Jika sudah disaring selanjutnya dilakukan pengeringan menggunakan oven dengan suhu 60°C. Selanjutnya, jika semua bahan pakan sudah kering maka menimbang bahan pakan menggunakan timbangan digital, dan dimasukkan ke wadah penyimpanan ransum. Ransum yang sudah disimpan kemudian ditimbang sesuai dengan perlakuanimbangan.

b. Preparasi sampel

Ransum yang sudah ditimbang dimasukkan ke dalam tabung fermentor, masing –masing tabung dimasukkan ransum sebanyak 1 gr. Tahapan pembuatan saliva mengacu pada petunjuk McDougall (Shilvia *et al.*, 2023). Saliva buatan yang dibuat berasal dari bahan-bahan kimia, kemudian bahan tersebut ditimbang sesuai dengan jumlah yang sudah ditentukan. Bahan kimia yang sudah ditimbang dimasukkan ke dalam labu Erlenmeyer yang berukuran 1 liter, selanjutnya aquades ditambahkan ke dalam labu Erlenmeyer hingga mencapai 1 liter, kemudian *magnetic stirrer* dimasukkan untuk mengocok bahan bahan agar tercampur dengan rata. Pengambilan cairan rumen yaitu termos yang telah diisi air dengan suhu 39 - 40°C, selanjutnya cairan rumen diambil sesegera mungkin setelah ternak dipotong, air yang berada di termos dikeluarkan, selanjutnya cairan rumen disaring menggunakan kain muslin dan dimasukkan ke termos.

c. Analisis Sampel

Sampel yang dianalisis sesuai dengan prosedur *in vitro* Tilley & Terry (1963). Pengukuran pH pada cairan rumen menggunakan alat ukur pH meter. Prosedur Pengujian NH₃ menggunakan metode Mikrodifusi Conway (General Laboratory Procedure, 1966; Masterson, 2014). Kemudian, Pengujian VFA mengacu pada metode Markham (Tanuwiria *et al.*, 2025). Rumus yang digunakan untuk mengukur konsentrasi NH₃ dan VFA total sebagai berikut:

$$\text{NH}_3 \text{ (mM)} = (\text{Volume H}_2\text{SO}_4) \times (\text{N H}_2\text{SO}_4 \times 1.000)$$

$$\text{VFA total (mM)} = (a - b) \times c \times \frac{1000}{5}$$

Keterangan:

V = Volume H₂SO₄ yang terpakai untuk titrasi (ml)

N = Normalitas H₂SO₄

a = Volume titran HCL pada blanko (5 ml NaOH)

b = Volume titran HCL pada sampel

c = Normalitas HCL

5 = Volume supernatan yang digunakan.

Variabel yang Diamati

Variabel yang diamati pada penelitian ini yaitu pH rumen, konsentrasi NH₃ dan VFA total sebagai indikator utama untuk mengevaluasi aktivitas fermentasi dalam rumen.

Analisis data

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) dengan bantuan aplikasi SPSS. Apabila hasil yang diperoleh menunjukkan terdapat berbeda nyata, maka dilakukan uji lanjut Duncan (*Duncan Multiple Range Test*) untuk melihat perbedaan antar perlakuan terhadap setiap variabel pengamatan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

pH

Kondisi rumen dengan memiliki pH yang ideal sangat diperlukan agar aktivitas mikroba pada proses fermentasi berjalan dengan normal. Pengaruh imbangan hijauan dan konsentrat mengandung rumput laut terhadap pH disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Pengaruh imbangan rumput gajah dan konsentrat mengandung rumput laut terhadap pH

Ulangan	Perlakuan			
	RG1	RG2	RG3	RG4
	-----pH-----			
1	6,98	6,9	6,95	6,87
2	7,11	7,04	6,98	7,02
3	6,98	6,86	6,79	6,8
4	7,07	6,88	6,86	6,69
5	6,94	7,26	6,88	6,7
Rataan ^{TN} ±Std.Dev	7,02±0,07	6,90±0,17	6,89±0,08	6,82±0,14

^{TN} Tidak nyata (p>0,05). RG1 = Ransum yang mengandung 80% rumput gajah + 20% konsentrat, RG2 = Ransum yang mengandung 60% rumput gajah + 40% konsentrat, RG3 = Ransum yang mengandung 40% rumput gajah + 60% konsentrat, RG4 = Ransum yang mengandung 20% rumput gajah + 80% konsentrat.

Hasil analisis ragam menunjukkan perbedaan rasio hijauan mengandung rumput Gajah dan konsentrat mengandung rumput laut tidak berpengaruh nyata (p >0,05) terhadap nilai pH rumen secara *in vitro*, dimana hal ini disebabkan karena kandungan nutrisi pada setiap perlakuan relatif sama. Imbangan rumput gajah dan konsentrat mengandung rumput laut memperlihatkan rata-rata pH rumen berkisar antara 6,82–7,02. pH pada rentang tersebut mendukung proses fermentasi yang normal di dalam rumen, hal ini sesuai dengan pernyataan Hoy *et al.* (2023) bahwa pH normal di dalam rumen adalah 6-7. pH rumen merupakan salah satu

faktor yang berpengaruh terhadap produk hasil fermentasi rumen. Kondisi pH pada cairan rumen domba yang tidak optimum akan berdampak pada aktivitas mikroba dalam mendegradasi pakan menjadi tidak akan optimum. pH rendah pada cairan rumen domba dapat mengakibatkan pertumbuhan bakteri selulolitik menjadi terhambat, menyebabkan pencernaan serat menjadi terganggu, konsumsi pakan menurun, dan berdampak terkena asidosis (Maharani *et al.*, 2015; Afzalani *et al.*, 2021).

Hasil penelitian menunjukkan terdapat kecenderungan pH pada RG1 lebih tinggi, dimana hal

ini dapat disebabkan tingginya kandungan serat, seperti yang dilaporkan oleh Edda *et al.* (2021) yang menyatakan pakan mengandung serat yang tinggi atau karbohidrat struktural cenderung memiliki pH basa. Sebaliknya pH rumen pada perlakuan RG2, RG3, dan RG4 cenderung menurun seiring meningkatnya level konsentrat pada ransum. Penurunan pH terjadi karena peningkatan imbalan konsentrat pada ransum yang menyebabkan proses fermentasi akan lebih cepat dicerna dan difermentasi oleh mikroba rumen dan menghasilkan banyak asam lemak dan meningkatkan VFA. Adiwiranti *et al.* (2018), mengemukakan bahwa menurunnya nilai pH disebabkan karena terjadi peningkatan *Volatile Fatty Acids* (VFA). Muwahhid (2014), menyatakan terjadinya penurunan pH dapat disebabkan oleh terbentuk asam-asam lemak hasil fermentasi ransum yang kaya konsentrat secara cepat.

pH antar perlakuan pada penelitian ini lebih tinggi dibandingkan hasil penelitian Ad *et al.* (2019) sebesar 5,98–6,70 dengan perlakuan imbalan hijauan dan konsentrat berbeda. Penelitian ini juga lebih tinggi dibanding penelitian Zhou *et al.* (2018) yang

memperoleh rata-rata pH 5,86 - 6,02 dengan perlakuan ransum yang mengandung ekstrak *Ascopyllum nodosum* dengan level yang berbeda. Namun lebih rendah bila dibandingkan penelitian Özkan Gülzari *et al.* (2019) yang menghasilkan rata-rata pH 8,3–8,6 dengan perlakuan pemberian ransum yang mengandung rumput laut *Saccharina latissima* (SW1) dan *Porphyra spp* (SW2). Faktor yang dapat mempengaruhi perbedaan pH rumen secara *in vitro* diantaranya yaitu sifat fisik pakan, jenis bahan pakan, komposisi kimia pakan, dan substrat yang di degradasi dalam rumen (Despal *et al.*, 2023 Usman, 2013).

Amonia (NH₃)

Tinggi dan rendahnya kadar NH₃ dapat menunjukkan tingkat degradasi protein oleh mikroba rumen, aktivitas dan populasi mikroba rumen (Akbar *et al.*, 2023; Rahayu *et al.*, 2018). Pengaruh imbalan hijauan mengandung rumput gajah dan konsentrat mengandung rumput laut terhadap NH₃ disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Pengaruh imbalan rumput gajah dan konsentrat mengandung rumput laut terhadap NH₃

Ulangan	Perlakuan			
	RG1	RG2	RG3	RG4
	-----Konsentrasi NH ₃ (mM)-----			
1	4,03	6,60	5,29	4,42
2	6,97	4,59	3,69	2,20
3	6,02	4,45	5,78	5,78
4	5,85	6,90	5,25	3,70
5	5,46	6,76	5,92	3,85
Rataan ^{TN} ±Std.Dev	5,67±1,07	5,86±1,23	5,19±0,89	3,99±1,29

^{TN} Tidak nyata (p>0,05). RG1 = Ransum yang mengandung 80% rumput gajah + 20% konsentrat, RG2 = Ransum yang mengandung 60% rumput gajah + 40% konsentrat, RG3 = Ransum yang mengandung 40% rumput gajah + 60% konsentrat, RG4 = Ransum yang mengandung 20% rumput gajah + 80% konsentrat.

Hasil analisis ragam menunjukkan perbedaan rasio hijauan mengandung rumput gajah dan konsentrat mengandung rumput laut tidak berpengaruh nyata (p >0,05) terhadap nilai NH₃ rumen secara *in vitro*. Konsentrasi NH₃ tidak berbeda disebabkan oleh kandungan protein setiap perlakuan relatif sama. Masing-masing pakan disusun oleh bahan yang sama dan mempunyai tingkat fermentabilitas yang relatif, sehingga semua perlakuan menghasilkan konsentrasi NH₃ yang relatif sama. Mikroba rumen menggunakan produk NH₃ untuk mendukung pertumbuhannya, sehingga perkembangan mikroba rumen dipengaruhi oleh ketersediaan NH₃ dalam rumen (Dewhurst & Newbold, 2022).

Hasil penelitian menunjukkan imbalan rumput gajah dan konsentrat mengandung rumput laut memperlihatkan rata-rata NH₃ rumen berkisar antara 3,99–5,86 mM. Konsentrasi NH₃ pada penelitian ini masih termasuk pada konsentrasi NH₃ yang optimal untuk mendukung pertumbuhan mikroba rumen yaitu berkisar 4-12 mM (Soliva *et al.*, 2015). Walaupun tidak

terdapat perbedaan yang nyata antar perlakuan (p>0,05), tetapi ada kecenderungan konsentrasi NH₃ menurun seiring dengan meningkatnya persentase konsentrat mengandung rumput laut *Gracilaria sp* dalam ransum. Penurunan konsentrasi NH₃ dapat dipengaruhi adanya kandungan tannin dalam rumput laut *Gracilaria sp* yang memproteksi protein, mengakibatkan terjadi penurunan degradasi protein menjadi NH₃ di rumen (Loregian *et al.*, 2023).

Konsentrasi NH₃ hasil penelitian ini lebih rendah dibanding Syifarani *et al.* (2023) yang memperoleh konsentrasi NH₃ sebesar 4,78–8,92 mM dengan perlakuan imbalan hijauan dan konsentrat pellet pakan komplit berbasis *fodder* jagung, namun lebih tinggi dibanding penelitian Özkan Gülzari *et al.* (2019) yang menghasilkan rata-rata NH₃ sebesar 2,29-3,47 mM dengan perlakuan pemberian ransum yang mengandung rumput laut *Saccharina latissima* (SW1) dan *Porphyra sp* (SW2). Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi konsentrasi NH₃ yaitu di antaranya adalah jenis bahan pakan, tingkat protein yang dikonsumsi, derajat

degradabilitas pakan, pH rumen, lama pakan dalam rumen dan populasi mikroba rumen (Harun & Sali, 2019; Lastriana *et al.*, 2017)

Volatile fatty acid (VFA) Total

Jumlah VFA yang dihasilkan menunjukkan mudah tidaknya pakan difermentasi oleh mikroba rumen, nilai produksi VFA dalam rumen dapat digunakan sebagai salah satu tolak ukur dalam fermentabilitas pakan (Hoy *et al.*, 2023; Abani *et al.*, 2018; Hapsari *et al.*, 2018). Pengaruh imbangan hijauan rumput gajah dan konsentrat mengandung rumput laut terhadap VFA total disajikan pada Tabel 6.

Hasil penelitian menunjukkan rasio imbangan rumput gajah dan konsentrat mengandung rumput laut yang berbeda berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap konsentrasi VFA total secara *in vitro*. Rata-rata konsentrasi VFA total hasil penelitian ini berkisar antara 90,4–144,69 mM. Konsentrasi VFA total lebih tinggi pada perlakuan RG3 (ransum yang mengandung 40% rumput gajah + 60% konsentrat) yaitu sebesar

144,69 mM berbeda nyata dibanding perlakuan RG1 dengan konsentrasi VFA total yang paling rendah sebesar 90,44 mM 122,612 mM, namun tidak berbeda nyata dibanding perlakuan RG2 dan RG4 dengan konsentrasi VFA masing-masing 122,61 mM dan 137,04 mM. Meningkatnya rasio konsentrat cenderung meningkatkan produksi VFA Total, yang disebabkan terdapat kemudahan nutrisi dalam pakan terutama karbohidrat (pati) mudah didegradasi oleh mikroba (Dong *et al.*, 2021). Kandungan karbohidrat yang tinggi pada bahan pakan dan mudah larut serta rendahnya kandungan karbohidrat struktural dapat mempercepat proses fermentasi. Hal ini sesuai dengan yang dilaporkan oleh Hoy *et al.* (2023) menyatakan bahwa karbohidrat struktural yang diantaranya terdapat selulosa, hemiselulosa dan lignin lebih lambat dicerna dibandingkan dengan karbohidrat non struktural atau yang mudah larut diantaranya yaitu pektin, pati dan gula sederhana. Peningkatan produk VFA juga dapat terjadi karena terjadi karena meningkatnya populasi mikroba rumen yang dihasilkan dari aktivitas mikroba rumen yang telah melakukan fermentasi (Wang *et al.*, 2020).

Tabel 6. Pengaruh imbangan rumput gajah dan konsentrat mengandung rumput laut terhadap VFA total

Ulangan	Perlakuan			
	RG1	RG2	RG3	RG4
	-----VFA Total-----			
1	76,18	96,74	167,45	141,34
2	95,92	128,5	164,01	149,86
3	94,46	102,31	133,46	133,39
4	98,95	144,01	140,11	115,21
5	86,49	141,5	118,41	145,4
Rataan±Std.Dev	90,4 ^a ±9,19	122,61 ^b ±21,97	144,69 ^b ±20,79	137,04 ^b ±13,63

^{ab}Superskrip yang berbeda menunjukkan berbeda nyata ($p < 0,05$). RG1 = Ransum yang mengandung 80% rumput gajah + 20% konsentrat, RG2 = Ransum yang mengandung 60% rumput gajah + 40% konsentrat, RG3 = Ransum yang mengandung 40% rumput gajah + 60% konsentrat, RG4 = Ransum yang mengandung 20% rumput gajah + 80% konsentrat.

Rendahnya konsentrasi VFA total pada perlakuan RG1 karena rendahnya tingkat degradabilitas pakan dalam rumen, sedangkan pada perlakuan RG4 cenderung menurun disebabkan oleh kandungan abu yang tinggi. Tingginya kandungan abu menyebabkan karbohidrat yang mudah tercerna menurun dengan menetralkan asam dan menghalangi akses enzim ke selulosa selama hidrolisis enzimatis, menyebabkan penurunan produksi VFA (Kumar *et al.*, 2024). Penurunan konsentrasi VFA total pada RG4 juga disebabkan oleh tannin dan saponin yang pada penggunaan dengan konsentrasi tertentu dapat menurunkan VFA total. Tanuwiria & Hidayat (2019) menunjukkan bahwa tanin yang ditambahkan pada tepung daging keong mas sebanyak 3% dapat menyebabkan VFA total menurun, dikarenakan bahan organik sulit dicerna oleh mikroba rumen. Adanya tanin juga dapat menurunkan VFA total dikarenakan dapat menghambat pertumbuhan bakteri selulolitik (Jayanegara *et al.*, 2015).

Konsentrasi VFA total hasil penelitian ini lebih tinggi dibanding Syifarani *et al.* (2023) yang

memperoleh konsentrasi VFA total sebesar 92,46–131,95 mM dengan perlakuan imbangan hijauan dan konsentrat pellet pakan komplit berbasis *fodder* jagung, juga lebih tinggi dari penelitian Özkan Gülzari *et al.* (2019) dengan konsentrasi VFA total sebesar 25,6–54,8 mM untuk perlakuan pemberian ransum yang mengandung rumput laut *Saccharina latissima* (SW1) dan *Porphyra spp* (SW2), serta lebih tinggi dari penelitian Ad *et al.* (2019) yang menghasilkan konsentrasi VFA total sebesar 33,62–77,83 mM dengan perlakuan imbangan hijauan dan konsentrat berbeda. Perbedaan nilai konsentrasi VFA total secara *in vitro* dapat dipengaruhi oleh faktor seperti adanya perbedaan bentuk fisik pakan, jenis pakan, komposisi ransum, perbandingan hijauan dan konsentrat, frekuensi pemberian pakan, pengolahan pakan, tingkat fermentabilitas bahan pakan, jumlah karbohidrat yang mudah larut, pH rumen, pencernaan bahan pakan, serta jumlah bakteri yang ada di dalam rumen (Baffa *et al.*, 2023; Sairullah *et al.*, 2016).

SIMPULAN DAN REKOMENDASI

Imbangan rumput gajah dan konsentrat mengandung rumput laut *Gracilaria sp* berpengaruh nyata terhadap VFA total dan tidak berpengaruh nyata terhadap pH dan Konsentrasi NH₃. Imbangan rumput gajah dan konsentrat mengandung rumput laut terbaik pada penelitian ini yaitu 40% : 60% (RG3).

Rumput laut yang digunakan pada penelitian ini tidak melalui proses pencucian, sehingga kandungan mineral menjadi tinggi. Untuk meminimalkan kandungan bahan anorganik, sebaiknya rumput laut dicuci terlebih dahulu sebelum digunakan untuk proses analisis proksimat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Riset Kolaborasi Indonesia 2024 dengan nomor kontrak 2764/UN6.3.1/PT.00/2024 atas bantuannya selama penelitian dan kepada Laboratorium Nutrisi Ternak Ruminansia dan Kimia Makanan Ternak (NTRKMT) yang telah memberikan fasilitas selama penelitian, serta kepada pihak-pihak yang membantu selama proses penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Abani, N., Jelantik, I. G. N., Maranatha, G., Peternakan, F., Cendana, U. N., Adisucipto, J., & Kupang, P. (2018). Kecernaan in vitro pakan komplit yang mengandung level alga hijau (*ulva lactuca*) yang berbeda sebagai pengganti rumput lapangan. *Jurnal Nukleus Peternakan*, 5(2), 79–91. <https://doi.org/10.35508/NUKLEUS.V5I2.840>
- Ad, M., Adiwinarti, R., Purnomoadi, A., Peternakan, F., & Diponegoro, U. (2019). Konsentrasi VFA dan pH cairan rumen kambing kejobong yang diberi pakan dengan imbangan hijauan dan konsentrat berbeda. In *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner*. 353–358. <https://doi.org/10.14334/pros.semnas.tpv-2019-p.353-358>
- Adiwinarti, R., Kustantinah, K., Budisatria, I. G. S., Rusman, R., & Indarto, E. (2018). Profile of rumen fermentation and blood urea nitrogen concentration of kacang goat fed total mixed ration vs. roughage. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 119(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/119/1/012049>
- Afzalani, A., Muthalib, R., Dianita, R., Hoesni, F., Raguati, R., & Musnandar, E. (2021). Evaluasi suplementasi indigofera zollingeriana sebagai sumber green protein concentrate terhadap produksi gas metan, amonia dan sintesis protein mikroba rumen. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, 21(3), 1455. <https://doi.org/10.33087/jiubj.v21i3.1736>
- Akbar, M., Islamiyati, R., Mustabi, J., & Indrawirawan. (2023). Kandungan tanin, VFA amonia pada sistem rumen in vitro daun maja (*Aegle marmelos*) dan daun gamal (*Gliricidia sepium*). *Jurnal Nutrisi Dan Makanan Ternak*, 17(1), 28–40. <https://doi.org/10.20956/bnmt.v17i1.27185>
- Awabdeh, S., Sweidan, R., & Landau, S. Y. (2022). Growth performance and carcass characteristics of fattening Awassi lambs fed willow silage. *Small Ruminant Research*, 215, 106758. <http://dx.doi.org/10.1016/j.smallrumres.2022.106758>
- Barbosa, L. V., Miranda, E. S., Martinez, J. C., Da Freiria, L. B., Cabral, L. D. S., & Negrao, F. D. M. (2025). Productivity and nutritive value of elephant grass (cv. Brs capiaçu) at different cutting ages after planting. *Bioagro*, 37(1), 135–142. <http://doi.org/10.51372/bioagro371.12>
- Baffa, D. F., Oliveira, T. S., Fernandes, A. M., Camilo, M. G., Silva, I. N., Meirelles Júnior, J. R., & Aniceto, E. S. (2023). Evaluation of associative effects of in vitro gas production and fermentation profile caused by variation in ruminant diet constituents. *Methane*, 2(3), 344–360. <https://doi.org/10.3390/methane2030023>
- Bhakti, F. K., & Patahiruddin, P. (2021). Efisiensi input produksi pada budidaya rumput laut (*Gracilaria sp*) di Kota Palopo Provinsi Sulawesi Selatan. *Jurnal Sosial Ekonomi Kelautan Dan Perikanan*, 16(1), 63. <http://dx.doi.org/10.15578/jsekp.v16i1.8119>
- Chen, M., Xie, W., Zhou, S., Ma, N., Wang, Y., Huang, J., ... & Chang, G. (2023). A high-concentrate diet induces colonic inflammation and barrier damage in Hu sheep. *Journal of Dairy Science*, 106(12), 9644–9662. <https://doi.org/10.3168/jds.2023-23359>
- Despal, Yulianti, Y. I., Zahera, R., Agustiyani, I., Rosmalia, A., Afnan, I. M., ... & Tanuwiria, U. H. (2023). Comparison of chemical composition, in vitro digestibility, and near infrared reflectance spectroscopy in estimating in situ rumen degradable protein of tropical foliage. <https://doi.org/10.5398/tasj.2023.46.2.211>
- Dewhurst, R. J., & Newbold, J. R. (2022). Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production in vitro. *British Journal of Nutrition*, 127(6), 847–849. <https://doi.org/10.1017/S000711452100458X>
- Dong, J. N., Li, S. Z., Chen, X., Qin, G. X., Wang, T., Sun, Z., ... & Zhen, Y. G. (2021). Effects of different combinations of sugar and starch concentrations on ruminal fermentation and bacterial-community composition in vitro. *Frontiers in Nutrition*, 8, 727714. <https://doi.org/10.3389/fnut.2021.727714>
- Edda, Yunus, & Sobang. (2021). Evaluasi parameter rumen secara in vitro sabut kelapa muda hasil fermentasi khamir *saccharomyces cerevisiae* dengan lama fermentasi yang berbeda. *Jurnal*

- Peternakan Lahan Kering², 3(3), 1687–1692.
<https://doi.org/10.57089/jplk.v3i3.695>
- Firdus, F. (2010). Pengaruh Formulasi Pakan Hijauan (Rumput Gajah, Kaliandra dan Gamal) terhadap Pertumbuhan dan Bobot Karkas Domba. *Jurnal Agripet*, 10(1), 42–45.
<https://doi.org/10.17969/agripet.v10i1.637>
- General Laboratory Prosedure. (1966). *Departemen of Dairy Science*. University of Animal. Butterworths. London
- Hakim, A., Rayani, T. F., Firmansyah, D., & Sulasih, S. (2023). Productivity and nutrient quality of elephant grass, pakchong grass, red navier grass and odot grass as a source of animal feed. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 454, p. 02021). EDP Sciences.
<http://dx.doi.org/10.1051/e3sconf/202345402021>
- Hapsari, N. S., Harjanti, D. W., & Muktiani, A. (2018). Fermentabilitas pakan dengan imbuhan ekstrak daun babadotan (*Ageratum conyzoides*) dan jahe (*Zingiber officinale*) pada sapi perah secara in vitro. *Jurnal Agripet* 18(1), 1–9.
<https://doi.org/10.17969/agripet.v18i1.9672>
- Harun, A. Y., & Sali, K. (2019). Factors affecting rumen microbial protein synthesis: A review. *Open Journal of Veterinary Medicine*, 4(1), 27–35.
<http://dx.doi.org/10.17140/VMOJ-4-133>
- Hidayat, R., Pazla, R., Natsir, A., Ginting, N., & Rosani, U. (2025). Methane concentration, ruminal fermentation, digestibility, and microbial protein synthesis of beef cattle with the addition of various types of seaweed from west java-banten with different levels in the ration (in vitro). *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology*, 13(1), 2025004-2025004.
<https://doi.org/10.31893/jabb.2025004>
- Hoy, C. P. E., Hartati, E., & Lestari, G. A. Y. (2023). Pengaruh silase pakan komplit berbasis sorgum clitoria ternatea dengan penambahan berbagai level konsentrat mengandung ZnSO₄ dan ZnCu Isoleusinat terhadap fermentasi rumen in vitro. *Animal Agricultura*, 1(2), 79–89.
<https://doi.org/10.59891/animacultura.v1i2.18>
- Indey, S., Degey, A., Dogomo, E., & Dogomo, F. (2025). Comparison of nutritional content elephant grass (*Pennisetum purpureum*) on different plains through proximate test. *International Journal of Innovation and Thinking*, 2(6), 319–324.
<http://dx.doi.org/10.71364/ijit.v2i6.59>
- Jayanegara, A., Makkar, H. P. S., & Becker, K. (2015). Addition of purified tannin sources and polyethylene glycol treatment on methane emission and rumen fermentation in vitro. *Media Peternakan*, 38(1), 57.
<https://doi.org/10.5398/medpet.2015.38.1.57>
- Kearl, L.C. (1982). *Nutrient Requirements of Ruminants In Developing Countries*. Logan Utah, USA: Int'l Feedstuff Inst. Utah Agric. Exp.Sta. USU.
- Kumar, A., Zhang, L., Liu, J., Fatriasari, W., & Yang, B. (2024). Understanding the effects of ash content on various pretreatment technologies. *Research Square*, 3, 565889.
<http://dx.doi.org/10.21203/rs.3.rs-4565889/v1>
- Lastriana Walidi, Wardhana Suryapratama, & F. M. S. (2017). Pengaruh penggunaan bungkil kedelai dan bungkil kelapa dalam ransum berbasis indeks sinkronisasi energi dan protein terhadap sintesis protein mikroba rumen sapi perah. *Journal of Livestock Science and Production*, 1(1), 1–12.
<https://doi.org/10.31002/jalspro.v1i1.446>
- Loregian, K. E., Pereira, D. A., Rigon, F., Magnani, E., Marcondes, M. I., Baumel, E. A., ... & Paula, E. M. (2023). Effect of tannin inclusion on the enhancement of rumen undegradable protein of different protein sources. *Ruminants*, 3(4), 413–424.
<http://dx.doi.org/10.3390/ruminants3040034>
- Luz, J. B., Gomes, D. I., Neta, E. S., Mezzomo, R., Oliveira, L. R. S., Silva, R. C., ... & Alves, K. S. (2019). Performance and digestibility of confined lambs fed with Babassu cake (*Orbignya speciosa*) as a substitute for elephant grass silage. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 71(3), 977–982.
<http://dx.doi.org/10.1590/1678-4162-10512>
- Maharani, N., Achmadi, J., & Mukodiningsih, S. (2015). Biological test feed intake, population rumen bacteria and pH pellet complete calf starter Friesian Holstein on pre weaning calf. *Jurnal Agripet*, 15(1), 61–65.
<https://doi.org/10.17969/agripet.v15i1.2302>
- Marafon, A. C., Amaral, A. F. C., Machado, J. C., Carneiro, J. D. C., Bierhals, A. N., & Guimarães, V. D. S. (2021). Chemical composition and calorific value of elephant grass varieties and other feedstocks intended for direct combustion. *Grassland Science*, 67(3), 241–249.
<https://doi.org/10.1111/grs.12311>
- Masterson, B. (2014). Conway's microdiffusion analysis: Eighty years on and still counting!. *The Biochemist*, 36(1), 34–39.
<http://dx.doi.org/10.1042/BIO03601034>
- Min, B. R., Parker, D., Brauer, D., Waldrip, H., Lockard, C., Hales, K., ... & Augyte, S. (2021). The role of seaweed as a potential dietary supplementation for enteric methane mitigation in ruminants: Challenges and opportunities. *Animal Nutrition*, 7(4), 1371–1387.
<https://doi.org/10.1016/j.aninu.2021.10.003>
- Mizrahi, I., & Jami, E. (2018). The compositional variation of the rumen microbiome and its effect on host performance and methane emission. *Animal*, 12(s2), s220–s232.
<https://doi.org/10.1017/S1751731118001957>
- Morais, T., Inácio, A., Coutinho, T., Ministro, M., Cotas, J., Pereira, L., & Bahcevandziev, K. (2020). Seaweed potential in the animal feed: A review. *Journal of Marine Science and*
<https://doi.org/10.30598/ajitt.2025.13.2.185-194>

- Engineering*, 8(8), 559.
<http://dx.doi.org/10.3390/jmse8080559>
- Muwakhid, B. (2014). Pengaruh Penambahan Bakteri Asam Laktat terhadap Dinamika Fermentasi dan Perubahan Nilai Nutrisi Selama Ensilase pada Sorgum Manis (*Sorghum bicolor* L. Moen). In *Prosiding Seminar Nasional Teknologi dan Agribisnis Peternakan untuk Akselerasi Pemenuhan Pangan Hewani (Seri II)* (Issue Seri II).
- Nurazizah, Syukri, M., Yasir, I., Tuwo, A., Carong, S., & Arbit, N. (2020). Respon pertumbuhan rumput laut *Gracilaria* sp terhadap perbedaan konsentrasi pupuk conwy. *SIGANUS: Journal of Fisheries and Marine Science*, 2(1), 98–105.
<http://dx.doi.org/10.31605/siganus.v2i1.816>
- Özkan Gülzari, Lind, V., Aasen, I. M., & Steinshamn, H. (2019). Effect of supplementing sheep diets with macroalgae species on in vivo nutrient digestibility, rumen fermentation and blood amino acid profile. *Animal*, 13(12), 2792–2801.
<https://doi.org/10.1017/S1751731119001502>
- Palangi, V., Taghizadeh, A., Abachi, S., & Lackner, M. (2022). Strategies to mitigate enteric methane emissions in ruminants: A review. *Sustainability*, 14(20), 13229.
<https://doi.org/10.3390/su142013229>
- Palmonari, A., Federiconi, A., & Formigoni, A. (2024). Animal board invited review: The effect of diet on rumen microbial composition in dairy cows. *animal*, 18(10), 101319.
<https://doi.org/10.1016/j.animal.2024.101319>
- Phesatcha, K., Phesatcha, B., Wanapat, M., & Cherdthong, A. (2021). The effect of yeast and roughage concentrate ratio on ruminal pH and protozoal population in Thai native beef cattle. *Animals*, 12(1), 53.
<http://dx.doi.org/10.3390/ani12010053>
- Prayitno, C. H., Utami, F. K., Nugroho, A., & Widyastuti, T. (2019). The effect of seaweed (*Gracilaria* sp.) supplementation in sheep feed on methanogenesis inhibition in vitro. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 247(1), 012069.
<http://dx.doi.org/10.1088/1755-1315/247/1/012069>
- Rahayu, R. I., Subrata, A., & Achmadi, J. (2018). Fermentabilitas ruminal in vitro pada pakan berbasis jerami padi amoniasi dengan suplementasi tepung bonggol pisang dan molases. *Jurnal Peternakan Indonesia (Indonesian Journal of Animal Science)*, 20(3), 166.
<https://doi.org/10.25077/jpi.20.3.166-174.2018>
- Sairullah, P., Chuzaemi, S., & Sudarwati, H. (2016). Effect of flour and papaya leaf extract (caricapapayal) in feed to ammonia concentration, volatile fatty acids and microbial protein synthesis in vitro. *TERNAK TROPIKA Journal of Tropical Animal Production*, 17(2), 66-73.
<https://doi.org/10.21776/ub.jtapro.2016.017.02.9>
- Selim, A. S., Islam, R., Talukder, A. F. M. S., Rahman, M. M., Bostami, R., Islam, S., ... & Tang, S. (2025). Nutritional value of seaweed species for ruminants: impact of dietary supplementation of *gracilaria parvispora* on digestibility, growth performance, blood parameters, and immune response of lambs. *J Adv Biotechnol Exp Ther.*, 8(3), 454-467.
<https://doi.org/10.5455/jabet.2025.36>
- Shilvia, S., Permana, I. G., & Evvyernie, D. (2023). Fermentation characteristics (in vitro) of palm oil trunk waste as feed for lactating dairy cow. *Jurnal Ilmu Nutrisi Dan Teknologi Pakan*, 21(3), 150-155.
<http://dx.doi.org/10.29244/jintp.21.3>
- Sirait, J. (2018). Dwarf elephant grass (*Pennisetum purpureum* cv. Mott) as forage for ruminants. *Wartazoa*, 27(4), 167–76.
<https://doi.org/10.14334/wartazoa.v27i4.1569>
- Soares, L. F. P., Guim, A., Mello, A. C. L., Ferreira, M. A., Maciel, M. I. S., Silva, J. L., ... & Oliveira, C. J. P. (2023). Potential of elephant grass genotypes silages as exclusive roughage on tissue composition and meat quality of lambs: a preliminary study. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 75(2), 324-332.
<https://doi.org/10.1590/1678-4162-12909>
- Soliva, C. R., Amelchanka, S. L., & Kreuzer, M. (2015). The requirements for rumen-degradable protein per unit of fermentable organic matter differ between fibrous feed sources. *Frontiers in microbiology*, 6, 715.
<https://doi.org/10.3389/fmicb.2015.00715>
- Suryani, N. N., Suarna, I. W., Mahardika, I. G., & Sarini, N. P. (2020). Rumen fermentation and microbial protein synthesis of Bali cattle heifers (*Bos sondaicus*) fed ration containing different energy protein level. *J. Sain Peternak. Indones*, 15(2), 187-194.
<https://doi.org/10.31186/jspi.id.15.2.187-194>
- Syifarani, G., Hidayat, N., Susanti, E., Caribu, D., & Prayitno, H. (2023). Pengaruh level imbagan hijauan dan konsentrat pellet pakan komplit berbasis fodder jagung terhadap konsentrasi VFA dan NH₃ secara in vitro. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Agribisnis Peternakan (STAP)*, 10, 416-421.
<http://jnp.fapet.unsoed.ac.id/index.php/psv/article/view/2292>
- Tanuwiria, U. H., & Hidayat, R. (2019). Efek level tanin pada proteksi protein tepung keong mas (*Pomacea canaliculata*) terhadap fermentabilitas dan pencernaan in vitro. *Jurnal Ilmu Ternak Universitas Padjadjaran*, 19(2), 122-130.
<https://doi.org/10.24198/jit.v19i2.25730>

- Tanuwiria, U. H., Mushawwir, A., Yulistina, A., & Ali, N. (2025). Effect of rumen-degradable protein (RDP) to non-fiber carbohydrate (NFC) ratio in cattle feed on NH₃ production, volatile fatty acids (VFA), and protozoal populations: An in vitro study. *Adv. Anim. Vet. Sci*, 13(3), 601-607. <https://dx.doi.org/10.17582/journal.aavs/2025/13.3.601.607>
- Tilley & Terry (1963). A two stages technique for the in vitro digestion of forage crops. *Journal of the British Grassland Society*, 18, 104–111. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2494.1963.tb00335.x>
- Usman, Y. (2013). Feeding agricultural crop residues (groundnut straw, corn straw, sugarcane straw) to the pH evolution, N-NH₃ and VFA in the cow rumen. *Jurnal Agripet*, 13(2), 53–58. <https://doi.org/10.17969/agripet.v13i2.821>
- Wang, L., Zhang, G., Li, Y., & Zhang, Y. (2020). Effects of high forage/concentrate diet on volatile fatty acid production and the microorganisms involved in VFA production in cow rumen. *Animals*, 10(2), 223. <https://doi.org/10.3390/ani10020223>
- Wijaksono, A., Prayitno, C. H., & Yuwono, P. (2020). The Effect of seaweed (glaricia sp.) and organic chromium supplementation in sheep diet on average daily gain and body condition score. *ANGON: Journal of Animal Science and Technology*, 2(2), 117-124. <https://sinelitabmas.unsoed.ac.id/google-doc/4382891/the-effect-of-seaweed-glaricia-sp-and-organic-chromium-supplementation-in-sheep-diet-on-average-daily-gain-and-body-condition-score>
- Zain, M., Tanuwiria, U. H., Syamsu, J. A., Yunilas, Y., Pazla, R., Putri, E. M., ... & Bagaskara, B. (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. *Veterinary World*, 17(3), 672. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2024.672-681>
- Zhou, M., Hünerberg, M., Chen, Y., Reuter, T., McAllister, T. A., Evans, F., ... & Guan, L. L. (2018). Air-dried brown seaweed, *Ascophyllum nodosum*, alters the rumen microbiome in a manner that changes rumen fermentation profiles and lowers the prevalence of foodborne pathogens. *MSphere*, 3(1), 10-1128. <https://doi.org/10.1128/mSphere.00017-18>

Available online at journal homepage: <http://ojs3.unpatti.ac.id/index.php/agrinimal>