



# Pengaruh Pemberian Silase Pakan Komplit dari Berbagai Hijauan dengan Penambahan Konsentrat Mengandung $ZnSO_4$ dan Zn-Cu Isoleusinat terhadap Fermentasi Rumen (pH, VFA dan $NH_3$ ) pada Kambing Kacang

Maria Asri Anita Jemiman<sup>1</sup>, Gustaf Oematan<sup>2</sup> ✉, Gusti Ayu Y. Lestari<sup>3</sup>, Markus Miten Kleden<sup>4</sup>

<sup>(1-4)</sup> Fakultas Peternakan, Kelautan dan Perikanan, Universitas Nusa Cendana

✉ Corresponding author  
([gustaf.oematan@staf.undana.ac.id](mailto:gustaf.oematan@staf.undana.ac.id))

Article info:

23 July 2024 ; Accepted 30 December 2024; Published 28 February 2025

## Abstract

This study aims to determine the effect of providing complete feed silage from various types of forage with the addition of concentrate containing  $ZnSO_4$  and Zn-Cu isoleucinate on rumen fermentability (pH, VFA, and  $NH_3$ ) in Peanut Goats. The method used is an experimental approach with a Latin square design (RBSL), consisting of 4 treatments in 4 periods as replications, resulting in 16 experimental units. The treatments applied were silage based on Kume grass, *Chromolaena odorata*, sorghum, and Odot grass, each with 20% concentrate. The results of the analysis showed that the administration of 20% concentrate had no significant effect on pH ( $P>0.05$ ), but had a very significant effect on VFA and  $NH_3$  concentrations ( $P<0.01$ ). It can be concluded that feeding silage based on these forages does not affect pH, but increases VFA and  $NH_3$  concentrations.

**Keywords:** *isoleucinate, goat beans, concentrate, complete feed silage, Zn-Cu,  $ZnSO_4$*

## Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian silase pakan lengkap dari berbagai jenis hijauan dengan tambahan konsentrat yang mengandung  $ZnSO_4$  dan Zn-Cu isoleucinate terhadap fermentabilitas rumen (pH, VFA, dan  $NH_3$ ) pada Kambing Kacang. Metode yang digunakan adalah eksperimen dengan rancangan petak terkendali Latin square design (RBSL) yang terdiri dari 4 perlakuan dalam 4 periode sebagai ulangan, sehingga terdapat 16 unit percobaan. Perlakuan yang diberikan yaitu silase berbasis rumput Kume, *Chromolaena odorata*, sorgum, dan rumput Odot, masing-masing dengan 20% konsentrat. Hasil analisis menunjukkan bahwa pemberian 20% konsentrat tidak berpengaruh signifikan terhadap pH ( $P>0,05$ ), namun berpengaruh sangat signifikan terhadap konsentrasi VFA dan  $NH_3$  ( $P<0,01$ ). Dapat disimpulkan bahwa pemberian silase tersebut tidak mempengaruhi pH, tetapi meningkatkan konsentrasi VFA dan  $NH_3$ .

**Kata kunci:** *isoleusinat, kambing kacang, konsentrat, silase pakan komplit, Zn-Cu,  $ZnSO_4$*

## PENDAHULUAN

Ternak kambing merupakan salah satu sumber protein hewani yang sangat potensial dikembangkan di Nusa Tenggara Timur khususnya Pulau Timor. Untuk mendapatkan produksi yang maksimal terhadap ternak Kambing kacang dibutuhkan pakan, dalam arti kuantitas, kualitas dan kontinuitas atau terpenuhi pakan sesuai dengan kebutuhannya dari jumlah kebutuhan nutrisi untuk hidup pokok ataupun untuk produksi yang tersedia sepanjang tahun.

Pakan untuk ternak kambing 80-90% terdiri dari hijauan kemudian hijauan tersebut bisa berupa leguminosa dan rumput-rumputan namun demikian hijauan memiliki kendala dalam ketersediaannya. Dimana musim kemarau hijauan sangat minim baik kualitas maupun kuantitasnya, sedangkan pada musim hujan sangat melimpah. Guna mengatasi hal tersebut, salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan memanfaatkan kelimpahan hijauan saat musim hujan, untuk digunakan pada saat musim paceklik sehingga pemanfaatan berbagai jenis hijauan, baik hijauan jenis unggul maupun yang belum dimanfaatkan sebagai pakan ternak seperti rumput kume, chromolaena odorata, sorghum dan rumput odot.

Rumput Kume merupakan salah satu pakan lokal yang potensial menghasilkan hijauan di padang savanna Pulau Timor Barat. Rumput ini mampu hidup di dataran rendah dan dataran tinggi. Produksi rumput kume dalam setahun berkisar mulai dari three ton BK/ha sampai dengan 6 ton BK/ha (Bamualim dkk., 1994). Kualitas nutrisi rumput kume yaitu protein kasar 1,61%, serat kasar 44,10%, lemak kasar 1,42% (Beku dkk., 2014).

Semak bunga putih (*Chromolaena Odorata*) adalah gulma padang rumput berbentuk semak berkayu yang sulit dikendalikan karena memiliki pertumbuhan yang masih sehingga hampir mendominasi semua lahan dan padang penggembalaan yang ada di Nusa Tenggara Timur (NTT) (Bira dkk.,

dan Oematan, 2020). *Chromolaena odorata* memiliki produksi biomasa yang sangat tinggi mencapai 70 ton bk/ha/thn dengan kandungan protein kasar 21-36% (Mullik dkk., 2015). Komposisi kimia *Chromolaena odorata* terdiri dari BK 90,67%, BO 89,28%, PK 26,26%, LK 8,00%, SK 26,90%, CHO 55,02%, BETN 28,12%, Abu 10,73%, GE 18,61 MJ/Kg BK, GE 4.431 kkal/kg/bk, EM 2,909 kkal/kg/bk (Oematan dkk., 2023), sehingga dapat dijadikan sebagai salah satu alternatif sumber pakan potensial bagi ternak dan dapat menjawab masalah kekurangan pakan di NTT (Oematan dkk., 2023). Namun *Chromolaena odorata* memiliki kelemahan yaitu kandungan senyawa metabolit sekunder berupa tanin, alkaloid, steroid, terpenoid, dan flavonoid (Akinmoladun et al., 2010 ; Oematan et al., 2020 dan Oematan, 2023). Kandungan senyawa metabolit sekunder pada *Chromolaena odorata* berupa nitrit dapat diubah menjadi nitrat menggunakan teknologi pengolahan tepat guna yaitu biofermentasi (Mullik, 2016; Oematan, 2020 dan Oematan dkk., 2024), sehingga ternak sapi kurang menyukai dalam keadaan segar. Oleh karena itu perlu proses pengolahan baik secara fisik, kimia atau biologis agar menurunkan senyawa metaboliknya. Menurut (Bira et al., 2017 dan Oematan, 2020) bahwa salah satu cara menurunkan senyawa metabolik sekunder *Chromolaena odorata* yakni dengan proses biofermentasi.

Sorghum (*Sorghum Bicolor L*) merupakan salah satu jenis tanaman sereal yang berpotensi untuk dikembangkan di NTT karena tahan terhadap kekeringan dan berproduksi cukup tinggi pada lahan kering serta lebih tahan terhadap gangguan hama atau penyakit (Sirapa, 2003). Beberapa keunggulan tanaman sorgum lainnya adalah daya adaptasi yang baik, memerlukan jumlah air sedikit dalam pertumbuhannya, serta mengandung nutrisi yang cukup tinggi. Nilai nutrisi yang dikandung tanaman sorgum pada fase vegetatif adalah 13,76% -15,66% PK, 26,06% -31,81%SK (Purnomohadi, 2006).

Rumput odot (*Pennisetum purpureum* cv. Mott) mempunyai kemampuan produksi yaitu 49,39 sampai 57,71 ton/ha, mampu hidup dan beradaptasi pada daerah lahan kering seperti di daerah Nusa Tenggara Timur (Sada dkk., 2018). Rumput odot memiliki kandungan protein yang lebih tinggi dibandingkan rumput gajah yaitu memiliki kandungan protein hanya 9,43%, sedangkan rumput odot memiliki kandungan protein kasar 14,35%, lemak kasar 2,72%, serat kasar 28,1%, abu 14,45%, dan TDN 63,98% (Dewi, 2018).

Pemberian pakan pada ternak ruminansia terutama Kambing kacang dirasa belum cukup jika hanya dikasih hijauan saja maka perlu penambahan berupa konsentrat. Murtidjo, 1993 menyatakan bahwa, konsentrat merupakan bahan pakan yang mengandung nilai nutrisi yang tinggi dan mudah dicerna sehingga akan memacu pada pertumbuhan mikroba dan dapat meningkatkan proses fermentasi dalam rumen. Dalam pertumbuhan mikroba rumen juga membutuhkan mineral Zn (seng) dan Cu (tembaga). Rendahnya kandungan Zn dan Cu dalam ransum dapat menyebabkan pertumbuhan mikroba rumen terganggu. Zn berperan untuk mensintesis dan degradasi protein dalam rumen serta pencernaan protein pasca rumen dan Cu berperan untuk proses fermentasi rumen (Hartati et al., 2009).

## **METODE PENELITIAN**

### **Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan di Kandang UPTD Peternakan Lahan Kering, di Laboratorium Lapangan dan Laboratorium Kimia Pakan Fakultas Peternakan, Kelautan dan Perikanan Universitas Nusa Cendana, Penelitian ini dibagi dalam beberapa tahap yaitu: mulai dari persiapan penanaman hijauan pakan, pembuatan Zn-Cu isoleusin, pembuatan konsentrat dan pembuatan silase pakan komplit, tahap pelaksanaan terdiri dari pengacakan ternak, pengambilan cairan rumen, tahap analisis laboratorium dan tahap pengolahan data.

## **Metode**

Penelitian ini menggunakan Rancangan Bujur Sangkar Latin (RBSL) dengan 4 perlakuan dan 4 ulangan sehingga terdapat 16 unit percobaan sebagai berikut.

R1 = Silase Pakan Komplit Berbasis Rumput Kume + 20% Konsentrat

R2 = Silase Pakan Komplit Berbasis *Chromolaena Odorata* + 20% Konsentrat

R3 = Silase Pakan Komplit Berbasis Sorghum + 20% Konsentrat

R3 = Silase Pakan Komplit Berbasis Rumput Odot + 20% Konsentrat

Ternak yang digunakan dalam penelitian ini berjumlah 4 ekor ternak kambing kacang jantan berumur 2,5 tahun dengan rata-rata berat badan ternak  $\pm 27,75$  kg. Kandang yang digunakan dalam penelitian ini adalah kandang panggung individu yang masing-masing berukuran 2x1 meter, yang dilengkapi dengan tempat pakan dan tempat air minum serta tempat penampukan urine dan feses. Bahan Pakan yang digunakan dalam penelitian ini berupa: rumput kume, kirinyuh, sorghum, dan rumput odot serta konsentrat yang tersusu dari: Dedak jagung, dedak padi, tepung ikan, bungkil kelapa, garam, minyak, mineral organik, (Zn-Cu Isoleusin), ZnSO<sub>4</sub>, premix. Alat yang digunakan untuk mengukur pH bermerek Hanna, konsentrasi NH<sub>3</sub> dan VFA pH-meter, gelas erlenmeyer, termos air, kain saring, cawan Conway, pipet, container (penyimpanan cairan rumen), gelas erlenmeyer, panic pressure cooker, kompor gas, silo (plastik ukuran 120cm x 60cm, ketebalan 100 mikron). Bahan yang digunakan dalam penelitian: Air, cairan rumen, Supernatant, Vaseline, indikator fenolftalin. Sementara untuk zat kimia yang digunakan adalah : Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, asam borat, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, NaOH, HCl, serta seperangkat alat untuk analisis in vitro: cawan, labu, oven dan lain-lain

Pengambilan sampel cairan rumen dilakukan setelah 4 jam pemberian pakan. Sampel cairan rumen diambil menggunakan pompa penyedot (vakum), adapun pengambilan cairan rumen adalah sebagai

berikut berikut: terlebih dahulu disiapkan alat-alat berupa selang plastik, pipa paralon 40 cm, botol kapasitas 500 ml, wadah sampel, spuit dan saringan kemudian pompa penyedot desain sedemikian rupa ujung pipa plastic dimasukkan ke dalam mulut ternak dengan bantuan pipa paralon untuk mencegah gigitan ternak, cairan rumen yang keluar ditampung dalam gelas ukur ditutup rapat, lalu disimpan pada tempatnya untuk bawah ke laboratorium. Sampel cairan rumen yang telah disaring, kemudian dibagi untuk analisis VFA dan untuk analisis NH<sub>3</sub>. Alat-alat yang digunakan dalam pengambilan cairan rumen adalah: pompa vacum, selang, pipa, ember air, dan gelas kaca.

**Parameter yang Diukur**

Parameter yang diukur dalam penelitian ini adalah : pH, VFA dan konsentrasi amonia cairan rumen (NH<sub>3</sub>).

**Derajat Keasaman (pH)**

pH langsung diukur setelah koleksi cairan rumen ternak dengan menggunakan alat pH bermerek Hanna. pH yang sebelumnya telah dikalibrasi menjadi netral dengan menggunakan aquades.

**Konsentrasi Volatile Fatty Acid (VFA)**

Konsentrasi total VFA dihitung dengan menggunakan persamaan menurut General Laboratory Procedure (Millar, R, 1966).

$$VFA\ total\ (mM) = (a-b) \times N - HCl \times 1000/5$$

**Konsentrasi NH<sub>3</sub>**

Konsentrasi NH<sub>3</sub> dihitung dengan menggunakan persamaan menurut General Laboratory Procedure (Millar, R. 1966)

$$NH_3 : (mM) = ml\ titrasi \times N\ H_2SO_4 \times 1000\ mM$$

Keterangan

NH<sub>3</sub> Produksi NH<sub>3</sub> yang di peroleh

NH<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> Normalitas Larutan NH<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

**Analisis Data**

Data yang diperoleh dianalisis ragam (ANOVA) untuk melihat pengaruh perlakuan terhadap parameter yang diukur (Steel and Torrie, 1993). Untuk melihat perbedaan antar perlakuan akan dilanjutkan dengan LSD

yang menggunakan Software SPSS Seri 21, (IBM, 2017).

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pakan perlakuan yang digunakan dalam penelitian ini adalah silase pakan komplit berbasis rumput kume, *chromolaena odorata*, sorghum, dan rumput odot dengan penambahan 20% konsentrat mengandung ZnSO<sub>4</sub> dan ZnCu Isoleusinat.

**Tabel 1 Komposisi Kimia Bahan Pakan Penelitian**

Komposisi Kimia%	Perlakuan			
	R1	R2	R3	R4
Bahan Kering	24,844	42,056	25,816	9,572
ABU	16,661	9,979	10,945	1,225
Bahan Organik	83,339	90,021	89,055	8,775
Protein Kasar	9,074	14,602	12,476	0,449
Serat Kasar	37,392	12,392	2275,4	8,881
Lemak Kasar	3,144	10,174	7,085	8,186
CHO	71,721	65,245	69,492	0,140
BETN	33,729	52,853	47,020	1,259
GE MJ/kg	15,576	18,298	17,463	7,460
GE Kcal/kg	3.708,51	4.356,56	4.157,95	157,03
EM Kcal/kg	2.076,49	3.687,03	3.098,27	292,60

Sumber : Hasil Analisis Laboratorium Kimia Pakan Fakultas Peternakan, Kelautan dan Perikanan Universitas Nusa Cendana

Data Tabel 1 memperlihatkan bahwa kualitas silase pakan komplit berbasis rumput kume yang ditunjukan oleh adanya serat kasar berbeda-beda dan cenderung lebih tinggi pada penjumlahan konsentrat yang semakin tinggi. Tingginya kandungan serat kasar yang ada terjadi karena adanya kontribusi protein kasar dan konsentrat. Hal ini akan memberikan keuntungan adanya sumber N bagi mikroba rumen dalam melakukan fermentasi pakan. Dilain pihak terjadi penurunan serat kasar pada perlakuan *chromolaena* yang diberikan konsentrat yang semakin tinggi. Fakta ini terjadi karena kandungan serat kasar dalam bahan pakan konsentrat umumnya lebih rendah jika dibandingkan dengan pakan dalam bentuk hijauan. Penurunan serat kasar akan mempermudah fermentasi rumen yang membantu menghasilkan produk fermentasi berupa konsentrasi VFA dan konsentrasi NH<sub>3</sub>. VFA berfungsi sebagai sumber energi bagi ternak. Sedangkan NH<sub>3</sub> berperan dalam sintesis asam amonia dan protein mikroba untuk melakukan fermentasi dalam rumen.

## Pengaruh Perlakuan Terhadap Parameter yang Diukur

Komposisi kimia, fisiologi dan komponen nutrisi semuanya mempengaruhi pertumbuhan mikroba rumen. Proses pencernaan pakan pada ternak ruminansia terjadi secara fermentatif didalam rumen dengan bantuan enzim-enzim yang di produksi mikroba rumen dimana proses pencernaannya sangat bergantung pada populasi dan aktivitas mikroba rumen. Fermentasi rumen menjadi indikator mudah tidaknya pakan mengalami degradasi. Produk fermentasi menjadi salah satu produk yang bermanfaat bagi ternak ruminansia baik sebagai sumber energi maupun sebagai sumber protein. Oleh sebab itu, kondisi lingkungan rumen seperti pH dan ketersediaan N penting untuk menunjang kehidupan mikroorganismenya. Sedangkan hasil metabolisme atau produk fermentasi yaitu VFA dan  $\text{NH}_3$  menjadi indikator tingkat fermentasi pakan yang terjadi di dalam rumen. Nilai rata-rata pH, konsentrasi amonia ( $\text{NH}_3$ ) dan total *volatile fatty acid* (VFA) pada kambing kacang dapat di lihat pada Tabel 2.

**Tabel 2. Pengaruh Perlakuan Terhadap Fermentasi Rumen**

Parameter	Perlakuan				P-Value
	R1	R2	R3	R4	
pH	7,175±0,722	6,500±0,41	6,600±0,383	6,800±0,535	0,119
VFA (mM)	66,117±5,177 <sup>a</sup>	105,788±8,270 <sup>c</sup>	89,57±10,852 <sup>b</sup>	89,508±16,647 <sup>b</sup>	0,000
$\text{NH}_3$ (mM)	5,277±0,722 <sup>a</sup>	10,219±0,966 <sup>b</sup>	7,443±1,545 <sup>c</sup>	7,518±2,083 <sup>d</sup>	0,001

Keterangan: Superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan adanya perbedaan pengaruh nyata ( $P < 0,05$ ).

## Pengaruh Perlakuan Terhadap Nilai pH

pH cairan rumen merupakan salah satu komponen sangat diperlukan agar proses fermentasi oleh mikroba dalam rumen berlangsung secara normal. Karena menurut Oematan dan Lazarus, 1998) bahwa kondisi pH cairan rumen sangat menentukan pertumbuhan dan aktivitas mikroba rumen dalam mendegradasi pakan, terutama serat kasar. Nilai pH yang rendah akan menyebabkan suasana rumen menjadi asam dan menurun aktivitas populasi mikroba rumen terutama bakteri selulolitik yang peka terhadap suasana asam sehingga akan menghambat proses degradasi pakan.

Menurut (Wibawati, 2013) pH adalah derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaan suatu larutan.

Data pH cairan rumen terlihat pada Tabel 2. menunjukkan bahwa pH cairan rumen yang tertinggi pada perlakuan R1 yaitu 7,175 dan selanjutnya diikuti oleh perlakuan R4, R3 dan R2 Masing-masing sebesar 6,80, 6,60, 6,5. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa perlakuan tidak berpengaruh nyata ( $P > 0,05$ ) terhadap pH cairan rumen pada kambing kacang jantan yang diberikan pakan komplet rumput kume, *Chromolaena odorata*, sorghum dan rumput odot dengan penambahan 20% konsentrat mengandung  $\text{ZnSO}_4$  dan Zn-Cu isoleusinat. Pengaruh yang tidak nyata tersebut disebabkan karena lingkungan rumen berada dalam keadaan yang seimbang termasuk pertumbuhan dan aktivitas mikroorganismenya rumen, sehingga proses fermentasi di dalam rumen dapat berlangsung dengan baik. Menurut Purbowati *et al.*, 2014 bakteri rumen telah beradaptasi untuk hidup pada kondisi fisik rumen relatif tetap yakni 5,5 -7,0 dan dalam keadaan anaerob. Disamping itu protozoa dalam fermentasi mikroba rumen agar dapat melakukan aktivitas degradasi pakan serat secara optimal, peningkatan pada setiap perlakuan kemungkinan tidak adanya perbedaan. Hal ini disebabkan karena adanya pengaruh dari aktivitas rumen yang berperan mencerna pati menyebabkan pH rumen dapat bertahan dalam keadaan seimbang. Usman, 2013 menyatakan bahwa nilai pH cairan rumen yang normal berhubungan erat dengan VFA yang dihasilkan. Sayuti, 1989 menyatakan bahwa salah satu faktor yang mempengaruhi pH rumen adalah produk dari fermentasi karbohidrat. Derajat keasaman (pH) rumen yang stabil terjadi karena meningkatnya konsentrasi  $\text{NH}_3$  dan produksi VFA namun, pH yang dihasilkan masih berada pada kisaran pH yang mendukung pertumbuhan mikroba di dalam rumen kisaran pH yang mendukung pertumbuhan mikroba rumen yaitu 6-7.

Apabila pH rumen berada dalam kondisi normal yaitu 6-6,9 (Kamra, 2005). Kisaran pH rumen kambing kacang pada penelitian ini dengan nilai rata-rata sebesar 6,625 nilai pH rumen dalam penelitian ini lebih tinggi dari penelitian (Asikin, 2015) terhadap kambing kacang jantan yang diberi pakan komplit berbasis tongkol jagung mengandung sumber protein berbeda dengan rata-rata nilai pH rumen sebesar 5,89.

Nilai pH cairan rumen memegang peranan penting dalam mengatur beberapa proses dalam rumen, baik mendukung pertumbuhan mikroba rumen maupun menghasilkan produk berupa VFA dan  $\text{NH}_3$ . Apabila pH melebihi 7,3 maka proses penyerapan amonia yang tak terion yang lebih mudah melewati dinding rumen. Di dalam kondisi normal, jika urea diberikan sejumlah energi yang cukup maka pH biasanya tetap sekitar 6,5 yang mengurangi kecepatan absorpsi amonia (Arora, 1989). Menurut Tillman dkk., 1991 normalnya pH rumen disebabkan karena pada proses ruminasi ternak mensekresikan saliva dalam jumlah banyak dan berperan untuk menjaga kestabilan pH rumen karena saliva mengandung sejumlah besar natrium bikarbonat yang sangat penting untuk menjaga pH yang tepat dan berfungsi sebagai buffer terhadap VFA yang dihasilkan fermentasi bakteri.

### **Pengaruh Perlakuan Terhadap Konsentrasi VFA**

Konsentrasi Volatile Fatty Acid (VFA) dalam cairan rumen merupakan parameter yang cukup penting dalam nutrisi ternak ruminansia karena dapat menggambarkan tingkat ketersediaan energi bagi ternak. Total Konsentrasi asam lemak terbang (VFA) diperoleh dari hasil pencernaan karbohidrat yang mendominasi suatu bahan pakan terdiri dari selulosa, hemiselulosa, pati, pektin, dan karbohidrat mudah dicerna di dalam rumen berupa monosakarida yang akan difermentasi oleh mikroba rumen (Oematan, 2020). Proses fermentasi karbohidrat oleh mikroba rumen menghasilkan energi yang berupa

asam-asam lemak atsiri (Volatile Fatty Acid/VFA) dimana menurut (Arora, 1989) peranan VFA sangat penting sebagai sumber energi dan sumber kerangka karbon untuk pembentukan protein mikroba. Pernyataan tersebut sesuai yang dikemukakan (Sutardi *et al.*, 1980 dan Oematan, 2023) bahwa VFA mempunyai peranan ganda, yaitu sebagai sumber energi bagi ternak dan sumber kerangka karbon bagi pertumbuhan protein mikroba. Lebih lanjut dinyatakan bahwa bagi ternak ruminansia VFA merupakan sumber energi utama ternak ruminansia yang berasal dari produk akhir fermentasi karbohidrat yang terdapat di dalam rumen. Volatile Fatty Acid yang merupakan produk akhir fermentasi karbohidrat tersebut adalah hasil aktivitas bakteri pada waktu melakukan fermentasi di dalam rumen, sehingga jika populasi bakteri semakin banyak maka akan menghasilkan VFA yang semakin banyak pula.

Pada Tabel 2. terlihat bahwa total VFA tertinggi pada perlakuan R2 yaitu 105,788 mM, selanjutnya diikuti oleh R4, R3 dan R1 Masing-masing sebesar 89,508 mM, 89,57 mM, dan 66,117 mM. Tinggi rendahnya konsentrasi VFA pada rumen dipengaruhi oleh bahan organik yang terdapat pada pakan berupa serat kasar, lemak kasar, BETN, dan protein kasar. Dilanjutkan bahwa pada serat kasar terdapat karbohidrat yang merupakan salah satu faktor penting yang dapat mempengaruhi produksi VFA. Hasil penelitian ini lebih tinggi dari yang diperoleh (Hanun dkk., 2019) sebesar 49,60-54,57 mM pada penggunaan silase pakan komplit berbahan eceng gondok. Tingginya hasil penelitian ini disebabkan oleh tingginya kandungan protein dalam pakan yang dikonsumsi oleh ternak serta proteinya lebih mudah didegradasi. Hal ini karena perbedaan kandungan serat kasar pada keempat perlakuan. Hal tersebut sesuai dengan pendapat (Pamungkas, 2008) yang menyatakan bahwa ransum ternak ruminansia sebagian besar terdiri dari hijauan yang mengandung karbohidrat struktural berupa serat kasar (selulosa dan hemiselulosa) dan karbohidrat sederhana

yang mudah fermentasi (gula pati) yang kemudian akan di fermentasikan menjadi VFA, CHO, dan CO<sub>2</sub>. (Nisa dkk., 2017) menyatakan bahwa karbohidrat yang fermentasi menghasilkan VFA dimana VFA digunakan sebagai sumber energi bagi ternak ruminansia. Selanjutnya bahwa jumlah VFA yang dihasilkan menunjukkan kemampuan pakan untuk terdegradasi oleh mikroba rumen. Hal ini sesuai dengan pendapat (McDonald, 2002) yang menyatakan bahwa pakan yang masuk ke dalam rumen di fermentasi untuk menghasilkan produk berupa VFA, sel-sel mikroba, serta gas metan dan CO<sub>2</sub>.

Data Tabel 2. menunjukkan rata-rata total VFA pada tiap perlakuan berdasarkan sidik ragam berpengaruh sangat nyata ( $P < 0,01$ ) dan dapat meningkatkan total VFA kambing kacang pada perlakuan R2 105,7 mM silase pakan komplit berbasis kirinyuh atau *chromolaena odorata*. Hasil penelitian ini jika dibandingkan dengan penelitian Oematan *et al.*, 2023 biofermentasi yang menggunakan *Chromolaena odorata* dengan taraf penambahan yang berbeda pada ransum konsentrat menghasilkan VFA total sebesar 91,28-92,94 mM. Hal ini berarti pemberian silase pakan komplit berbasis *chromolaena odorata* memberi pengaruh pada VFA yang dihasilkan untuk mendukung pertumbuhan mikroba dalam proses biofermentasi karena, kisaran VFA yang mendukung pertumbuhan mikroba rumen yaitu 80-160 mM (Sutardi, 1979). Hal ini diduga karena adanya peningkatan protein dalam ransum pada perlakuan yang berdampak terhadap peningkatan NH<sub>3</sub> untuk aktivitas mikroba rumen dimana peningkatan jumlah dan aktivitas mikroba rumen inilah yang menyebabkan produk fermentasi berupa VFA meningkat. Selain itu juga dapat disebabkan tingginya kandungan BETN yang mengidentifikasi bahwa pakan konsentrat mudah dicerna dan dapat memacu pertumbuhan mikroba, sehingga semakin tinggi jumlah konsentrat yang ditambahkan

menyebabkan meningkatnya konsentrasi total VFA yang dihasilkan.

Dalam proses terbentuknya VFA (Arora, 1995) mengemukakan bahwa ada tiga tahap yaitu tahap pertama, karbohidrat mengalami hidrolisis menjadi monosakarida, seperti glukosa, fruktosa dan pentosa. Tahap kedua dengan melakukan proses glikolisis yaitu hasil dari produk dari tahap pertama akan mengalami pencernaan yang menghasilkan piruvat. Piruvat selanjutnya akan diubah menjadi VFA yang umumnya terdiri dari asetat, butirat dan propionat. Keserasian kandungan karbohidrat dengan kandungan protein kasar yang juga relatif sama digunakan sebagai sumber energi dan NH<sub>3</sub> bagi sintesis dan mikroorganisme rumen. Peningkatan jumlah dan aktivitas mikroorganisme rumen akan menghasilkan senyawa asam organik yang akan mempengaruhi perubahan ikatan kimia yang ada sehingga mempermudah degradasi bahan pakan dalam rumen dan dapat menghasilkan produksi VFA yang optimal. Produksi asam lemak terbang atau Volatile Fatty Acids (VFA) yang optimal dapat mengindikasikan kemudahan suatu nutrisi dalam pakan terutama karbohidrat dan protein dicerna oleh mikroba rumen (Hartati, 1998). Sesuai dengan pernyataan (Izzatulah, 2018) bahwa peningkatan produksi asam lemak terbang dapat mengindikasikan kemudahan suatu nutrisi didalam pakan dicerna oleh mikroba rumen. Hal tersebut di sebabkan oleh adanya kandungan ZnSO<sub>4</sub> dan Zn-Cu Isoleusinat dalam pakan konsentrat yang ikut berperan dalam mensintesis protein dan meningkatkan aktivitas bakteri dalam mencerna serat kasar. Hal ini sesuai dengan apa yang dikemukakan (Arora, 1995) dimana mineral Zn berperan dalam sintesis protein oleh mikroba dengan cara mengaktifkan enzim-enzim mikroba. Sedangkan mineral Cu berperan dalam pembentukan VFA dan sintesis mikroba rumen. Hartati, 1998 menyatakan bahwa perubahan komposisi VFA di dalam rumen sangat berhubungan dengan bentuk fisik

pakan, komposisi pakan, taraf dan frekuensi pemberian pakan serta pengolahan.

### **Pengaruh Perlakuan Terhadap Konsentrasi NH<sub>3</sub>**

Konsentrasi NH<sub>3</sub> digunakan untuk memastikan bahan pakan yang akan digunakan pada proses fermentasi dan erat kaitannya dengan populasi dengan aktivitas biokimianya. Amonia NH<sub>3</sub> merupakan sumber utama nitrogen dan sangat penting untuk sintesis mikroba rumen (Arora, 1989), dan menurut (Oematan dan Lazarus, 1998) konsentrasi amonia cairan rumen (NH<sub>3</sub>) sering dipakai sebagai salah satu tolak ukur untuk menilai fermentabilitas pakan dan sangat erat kaitan dengan konsentrasi NH<sub>3</sub> dan VFA. Rata-rata nilai konsentrasi dari NH<sub>3</sub> silase pakan komplit berbasis rumput kume, *chromolaena odorata*, sorghum dan rumput odot di tunjukan pada Tabel 2. Cairan rumen yang tertinggi adalah pada perlakuan R2 yaitu 10,219 mM dan selanjutnya diikuti oleh perlakuan R4, R3 dan R1. Masing-masing sebesar 7.518 mM, 7.443 mM dan 5.277 mM dengan rata-rata 7,425 mM.

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa pemberian silase pakan komplit dengan penambahan konsentrat mengandung ZnSO<sub>4</sub> dan Zn-Cu memberikan pengaruh yang sangat nyata (P<0,01) terhadap konsentasi NH<sub>3</sub> seperti terlihat pada Tabel 2. Nilai tertinggi NH<sub>3</sub> dicapai pada perlakuan R2. Hal ini berarti kirinyuh atau *chromolaena odorata* dapat mempengaruhi konsentrasi pada NH<sub>3</sub>. Kadar protein kasar yang tinggi dapat meningkatkan konsentrasi NH<sub>3</sub> tetapi dapat memberikan NH<sub>3</sub> yang cukup untuk pertumbuhan mikroba dalam biofermentasi karena menurut (Sutardi, 1979) menyatakan bahwa 4–12 mM adalah konsentrasi NH<sub>3</sub> yang dapat mendukung pertumbuhan mikroba rumen dan aktivitas biokimianya. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan (Moate dkk., 2004) bahwa konsentrasi amonia ditentukan oleh tingkat protein pakan yang dikonsumsi, derajat degradabilitasnya, lama pakan didalam rumen dan pH rumen. McDonald *at al.*, 2002 menyatakan bahwa

kandungan protein kasar yang tinggi mudah didegradasi akan menghasilkan tingkat konsentrasi NH<sub>3</sub> di dalam rumen. Amalia, 2012 juga menyatakan bahwa peningkatan konsentrasi NH<sub>3</sub> rumen dapat terjadi karena diduga bahan pakan mengandung protein kasar yang mudah dicerna oleh mikroba rumen. Semakin tinggi kadar NH<sub>3</sub> di dalam rumen maka kemungkinan semakin banyak protein mikroba yang berbentuk sebagai sumber protein tubuh (Arora, 1995). Konsentrasi NH<sub>3</sub> dalam penelitian ini dapat dikatakan cukup tinggi, dengan penambahan konsentrat mengandung 150 mg ZnSO<sub>4</sub> dan ZnCu isoleusinat pada pembuatan silase pakan komplit berbasis rumput kume, *chromolaena odorata*, sorghum dan rumput odot yang berdampak pada optimalnya sintesis dan aktivitas mikroorganisme rumen. Hal tersebut mengingat Zn merupakan faktor pembatas pertumbuhan mikroorganisme rumen.

Konsentasi NH<sub>3</sub> dalam penelitian ini lebih rendah dari yang diperoleh Paradianus dkk., (2022) sebesar 11,67-14,45 mM pada penggunaan pakan komplit dengan level konsentrat dan limbah jagung mudah yang berbeda. Namun lebih tinggi dari hasil penelitian (Hamianti dkk., 2016) yaitu berkisar 4,95-5,37 mM dengan penggunaan pakan komplit dengan rasio jerami padi dan konsentrat yang berbeda. Perbedaan tersebut disebabkan oleh adanya perbedaan jenis pakan yang digunakan dalam penelitian. Selain itu juga dapat disebabkan oleh kelarutan dan tingkatan degradasi pakan (Halim, 2019), ia juga menyatakan bahwa faktor lain yang mempengaruhi degradasi ini ialah tingginya protein kasar pada ransum, dimana semakin tinggi kandungan protein kasar pakan akan berdampak pada tingginya konsentrasi NH<sub>3</sub> rumen yang dihasilkan. Hal ini sesuai dengan apa yang dikemukakan (Soebarinoto, 1991) bahwa konsentrasi rumen akan lebih tinggi apabila ternak diberikan pakan yang mengandung protein tinggi. Sebaliknya (McDonald, 1988) menyatakan bahwa apabila pakan rendah

kandungan proteinnya atau protein yang terkandung tahan terhadap degradasi mikroba rumen, maka konsentrasi  $\text{NH}_3$  rumen akan rendah dan pertumbuhan mikroba rumen lambat.

Dalam pertumbuhan dan perkembangannya mikroba rumen sangat membutuhkan  $\text{NH}_3$  sintesis protein sehingga erat kaitannya dengan aktivitas dan populasi mikroba rumen. (Oematan dkk., 1998). Dalam proses perombakan protein oleh enzim proteolitik yang diproduksi oleh mikroba rumen untuk menghasilkan peptida dan asam amino serta sebagian besarnya akan mengalami katabolisme lebih lanjut (deaminasi) agar menghasilkan amonia ( $\text{NH}_3$ ), selanjutnya amonia merupakan sumber nitrogen utama agar sintesis asam amino pada mikroba rumen (Sutardi, 1979 dan Erwanto, 1995). Nilai  $\text{NH}_3$  merupakan jumlah protein ransum yang dapat difermentasi di dalam rumen. Nilai  $\text{NH}_3$  dipengaruhi oleh kemampuan mikroba dalam mendegradasi atau mencerna protein pakan serta mudah tidaknya protein pakan didegradasi atau dicerna (Rudi, 2017).

Konsentrasi  $\text{NH}_3$  dipengaruhi oleh jumlah degradasi protein kasar di dalam rumen dan pemanfaatan  $\text{NH}_3$  oleh mikroba rumen untuk pembentukan protein mikroba (McDonald *et al.*, 2010). Tinggi rendahnya nilai  $\text{NH}_3$  dipengaruhi oleh kandungan nutrisi ransum terutama protein kasar. Selain itu, semakin tinggi degradasi protein dalam rumen akan meningkatkan konsentrasi  $\text{NH}_3$ , dan sebaliknya semakin rendahnya degradasi protein dalam rumen, konsentrasi  $\text{NH}_3$  rumen menjadi turun (Tilley *et al.*, 1963). Selain itu diketahui bahwa senyawa protein di dalam cairan rumen akan difermentasi oleh mikroorganisme menjadi ammonia ( $\text{NH}_3$ ), gas karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ) dan gas metan ( $\text{CH}_4$ ). Sutardi dkk., 1993 menyatakan bahwa protein di dalam rumen dihidrolisis oleh enzim proteolitik yang dihasilkan mikroba rumen menjadi oligopeptida. Mikrobia dapat memanfaatkan oligopeptida yang mudah

terfermentasi untuk membuat protein tubuhnya, dan sebagian dihidrolisis lagi menjadi asam amino.

### SIMPULAN

Berdasarkan pembahasan di atas maka dapat disimpulkan bahwa, pemberian silase pakan komplit berbasis rumput kume, chromolaena odorata, sorghum dan rumput odot dengan penambahan 20% konsentrat mengandung  $\text{ZnSO}_4$  dan Zn-Cu Isoleusinat tidak meningkatkan nilai pH namun meningkatnya konsentrasi VFA dan amonia cairan rumen/ $\text{NH}_3$  pada ternak Kambing Kacang.

### SARAN

Berdasarkan kesimpulan maka disarankan bagi para peternak untuk mengembangkan hijauan kirinyuh atau chromolaena odorata yang dibuatkan dalam bentuk silase pakan komplit dengan penambahan 20% konsentrat yang mengandung  $\text{ZnSO}_4$  dan Zn-Cu isoleusinat untuk dimanfaatkan sebagai pakan alternatif saat kekurangan pakan pada musim kemarau.

### DAFTAR PUSTAKA

- Akinmoladun. A. C, Obuotor. E. M, & Farombi. E. O. 2010. Evaluation of Antioxidant and Free Radical Scavenging Capacities of Some Nigerian Indigenous Medicinal Plants. *Journal of Medicinal Food*. Vol. 13. No. 2. Hal. 444-451.
- Amalia, S., 2012. Pengaruh Level Penggunaan *Cassabio* dalam Konsentrat Terhadap Fermentabilitas dan Kecernaan Ransum Ruminansia. In- Vitro Institut Pertanian Bogor. Skripsi Sarjana Peternakan.
- Arora, S. P. 1989. Pencernaan Mikroba pada Ruminansia. Diterjemahkan oleh R. Murwani dan B. Srigandono. Gajah Mada University, Yogyakarta.
- Arora, S.P. 1995. Pencernaan Mikroba pada Ternak Ruminansia. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Asikin, 2015. Karakteristik fermentasi rumen pada ternak kambing kacang jantan yang di beri pakan komplit berbasis tongkol jagung mengandung sumber protein

- yang berbeda. *Skripsi. Makasar*.
- Bira, G.F., M.L. Mullik & Dahlanuddin. 2017. Incremental Level of Chromolaena Odorata In Complete Diet For a Cows Fattening. The 7th International Seminar on Tropical Animal Production (ISTAP) :p 68-72. ISBN : 978-979-1215-29-9.
- Dewi D P R. 2018, "Produksi rumput (*Pennisetum Purpureum* Cv. *Mott*) defoliasi pertama dengan jenis pupuk yang berbeda," *Aves*, Vol. 11, no. 2, pp. 61-70
- Erleli, W. 2020. *Budidaya Rumput Odot. Jakarta: BPPSDMP Kementerian Pertanian*.
- Erwanto, Sutardi T, Sastradipradja D, Nur MA. 1993. Effect of Ammoniated Zeolite on Metabolic Parameters of Rumen Microbes. *Indon. J. Trop. Agric.* Vol 5 (1):5.
- Halim, I.C. K. 2019. Pengaruh Penggunaan Pakan Komplit Mengandung Imbangan Batang Pisang dan Serasah Gamal terhadap Metabolisme Protein Kambing Kacang. *Skripsi Peternakan Universitas Nusa Cendana*.
- Hanun, L., Mukhtiani, A., Nuswantra, L. K., 2019. *Pengaruh Penggunaan Silase Pakan Komplit Berbahan Eceng Gondok Terhadap Kecernaan Protein pada Domba. Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*. Vol. 15. No. 1. Hal.12-19.
- Hamianti, Hilakore, A. H., Oematan, G., 2016. *Pengaruh Pemberian Pakan Komplit dengan Rasio Jerami Padi dan Konsentrat yang Berbeda terhadap Parameter Fermentasi Rumen Kambing Kacang. Jurnal Peternakan*. Vol. 3 No. 2. Hal. 161-167.
- Hartati, E., 1998. Suplemen Minyak Lemuru dan Seng kedalam Ransum yang Mengandung Silase Pod Coklat dan Urea untuk Memacu Pertumbuhan sapi Holstein Jantan. Disertasi Program Pasca sarjana - Institut Pertanian Bogor.
- Hindrattinigrum, N., Bata, M. dan Santosa, S. A. 2011. Produk fermentasi rumen dan produk protein mikroba sapi lokal yang di beri pakan jerami amoniasi dan beberapa bahan pakan sumber energi. *Jurnal Agripet*. Vol.11. No.2. Hal. 29-34.
- IBM. 2017. SPSS Statistics Version 21. International BusinessMachines Corporation. Armonk NY, USA
- Izzatullah. A. Y., Sutrisno dan L. K. Nuswantara. 2018. *Produk VFA, NH<sub>3</sub> dan Protein Total Pada In-Vitro Pada Fooder Jagung Hidroponik Dengan Media Perendam Dan Pengguna Dosis Pupuk Yang Berbrda. Jurnal Ilmu dan Teknologi Peternakan*. Vol. 6. No. 1. Hal 13-18.
- Kamra, D. N. 2005. Rumen microbial ecosystem. *Current science*, 124-135.
- McDonald, P., R. Edwards and J. Greenhalgh, 2002. *Animal Nutrition. Sixth Edition, New York*.
- McDonald, P., R. Edwards and J. Greenhalgh, 1988. *Animal Nutrition 4th fd Logman, London*
- McDonaldP., R.A. J.F.D. Edwards Greenhalg, CA. Morgan. 2010. *Animal Nutrition (7thEd)*. London and New York (US): Longman.
- Meak, P., M.A. Hilakore., T.T. Nikolauas & E. D. Wei Lawa. 2022, "Pengaruh Perbedaan Konsentrat dan Limbah Jagung terhadap Konsentrasi VFA, NH<sub>3</sub>, Protein Kasar dan Serat Kasar In Vitro Silase Pakan Komplit: Effect of Different Concentrates and Corn Waste on Concentrations of VFA, NH<sub>3</sub>, Crude Protein and Crude Fiber In Vitro Complete Feed Silage." *Jurnal Peternakan Lahan Kering*. Vol. 4 (2) 2022: 2136-2142.
- Moate, S. R., W. Chalupa, T.G. Jenkins, and R.C Boston . 2004. A model to describe ruminal metabolism and intestinal absorption Of long chain fatty acids. *Anim.Freed Sei. Technol*. Vol. 112: 79-105
- Millar, R. "General laboratory procedures," 1966
- Mullik ML, Jelantik IGN. 2010. Strategi peningkatan produktivitas sapi Bali pada sistem pemeliharaan ekstensif di daerah lajan kering: pengalaman Nusa Tenggara Timur. Dalam : Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Sapi Bali Berkelanjutan dalam Sistem Peternakan Rakyat. Mataram, 28 Oktober 2009.
- Mullik, L., Marten., Jelantik. I.G., Mulik. Y.M., & Dahlanuddin. 2015. Pemanfaatan Semak Bunga Putih (*Chromolaena Odorata*) Sebagai Pakan Lokal Sumber Protein Untuk Ternak Sapi: Konsumsi, Daya Cerna Dan Fermentasi Rumen. *Pastura*. Vol. 5(1) 2015
- Murtidjo, B., A. 1993. *Memelihara Domba*. Kanisius. Jakarta.
- Nisa, D., Achmadi J., Wahyono. F. 2017.

- Degradabilitas Bahan Organik dan Produk Total Volatile Fatty Acids (VFA) Daun Kelor (*Moringa oleifera*) Dalam Rumen Secara In-Vitro. *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan* Vol. 27. NO. 1. Hal. 12-17.
- Oematan, G., Mullik, Sutardi., Suharyadi., dan W Manalu, 1997. Stimulasi Pertumbuhan Sapi Holstain Melalui Amoniasi Rumpuk dan Suplementasi Minyak Jagung Analog Hidroksi Methionin, *Buletin Nutrical*, Jurusan Nutrisi dan Makana Ternak Fapet Undana. Vol. 1 (1). Hal. : 35 – 34.
- Oematan, G., & Lazarus, E. J. L. 1998. Stimulasi pertumbuhan mikroba rumen menggunakan ragi tape sebagai sumber probiotik untuk meningkatkan degradasi pakan serat bermutu rendah pada sapi bali di kecamatan kupang timur. *Jurnal informasi pertanian lahan kering. Kupang*. Vol. 3(2), 24-35.
- Oematan, G., Hartati, E., Mullik, M. L., Taratiba, N., Dato, T. O. D., Lestari, G. A. Y., & Oematan, G. T. 2023. Konsentrasi Hormon Testosteron Dan Profil Darah Sapi Bali Yang Diberi *Chromolaena odorata*, Analog Hidroksi Metionin Dan Minyak Nabat. *Jurnal Nukleus Peternakan*. Vol. 10(1), 9-20
- Oematan, G. (2020). Optimalisasi Biofermentasi dalam Rumen dan Pertumbuhan Sapi Bali Menggunakan Semak Bunga Putih (*Chromolaena odorata*) Disuplementasi Analog Hidroksi Metionin dan Asam Lemak Tidak Jenuh. Disertasi. Program Studi Ilmu Peternakan, Program Pascasarjana, Universitas Nusa Cendana. Kupang.
- Oematan, G., Hartati, E., Mullik, M. L., Taratiba, N., Benu, I., & Oematan, G. T. 2023, June. The effect of white flower bush (*Chromolaena odorata*) silage flour in concentrated ration on consumption, digestibility, pH, N-ammonia, VFA, and growth of Bali cattle. *InAIP Conference Proceedings* (Vol. 2628, No. 1). AIP Publishing.
- Oematan, Gustaf. (2023). Efficacy of concentrates containing tropical weed *Chromolaena odorata*, methionine hydroxy analog and palm oils infattening male Bali cattle: A physiological study. *Journal of Applied and Natural Science*. Vol. 15(3), 1102–1108. <http://dx.doi.org/10.31018/jans.v15i3>.
- 4697
- Oematan, N.N.Y., I. Benu., G. Oematan, dan T.O. Dami Dato. 2024. Pengaruh lama waktu biofermentasi *Chromolaena odorata* dengan sumber karbon tepung putak terhadap konsentrasi VFA persial dan produksi gas metan. *Jurnal Animal Agricultura*. Vol. 1(3): 133-142.
- Ora, UNH., IGN Jelantik, Jalaludin. 2016. Kualitas Silase Hijauan *Clitoria Ternatea* Yang Ditanam Monokultur Dan Terintegrasi Dengan Jagung. *Jurnal Nukleus Peternakan* (Juni 2016), Volume 3, No.1: 24-33. ISSN : 2355-9942
- Pamungkas, F. A., A. Batubara., M. Doloksaribu dan E. Sihite . 2008 . Petunjuk Teknis Potensi Beberapa Plasma Nutfah Kambing Indonesia. Loka Penelitian kambing potong sei putih, pusat penelitian dan pengembangan peternakan, Sumatera Utara.
- Purnomohadi, M. 2006. *Potensi penggunaan beberapa varietas sorgum manis (Sorghum bicolor (L.) Moench) sebagai tanaman pakan. Berkala Penelitian Hayati Journal Of Biological Researches*, 12(1), 41-44.dengan Ekstrak Pituitary Sapi. *Jurnal: Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Syiah Kuala*.
- Russen dan Hesfel, 1981. *Animal Nutrition in Tropics*. Vikas Publishing House. New Delhi.
- Rudi. 2017. Kinetika Degradasi Bahan Kering Beberapa Bahan Pakan Ruminansia sera Korelasinya dengan Kecernaan Nuriem secara In Vitro. Disertasi. Institut Pertanian Bogo
- Sada S M., Koten B. B., Ndoen B., Paga A., dan Wea R. 2018. Pengaruh interval waktu pemberian pupuk organik cair berbahan baku keong mas terhadap pertumbuhan dan produksi hijauan *Pennisetum purpureum cv. Mott*. *Jurnal Ilmiah Inovasi*. Vol. 18(1), 42–47.
- Satter, L. D., & Slyter, L. L. 1974. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production in vitro. *British journal of nutrition*. Vol.32(2), 199-208.
- Sirappa, M. P. 2003. Prospek pengembangan sorgum di Indonesia sebagai komoditas alternatif untuk pangan, pakan, dan industri. *Jurnal Litbang Pertanian* 22: 133-140.

- Soebarinoto, S. Chuzaemi, dan Mashudi. 1991. Ilmu Gizi Ruminansia. Jurusan Nutrisi dan Makanan Ternak, Universitas Brawijaya Malang
- Sutardi, T. 1979. Ketahanan Protein Bahan Makanan terhadap Degradasi Oleh Mikroba Rumen dan Manfaatnya Bagi Produk Ternak. Proseding Seminae Penelitian dan Penunjang Peternakan. Lembang
- Suprijati. 2013. Seng Organik Sebagai Imbuhan Pakan Ruminansia. *Wartazoa*. Vol. 23(2): 142-157
- Steel RGD, Torrie JH. 1993. Prinsip dan Prosedur Statistika (diterjemahkan dari: Principles and Procedures of Statistic, penerjemah: B. Sumantri). PT Gramedia Jakarta. 748 hal.
- Tilley, J. A. M. dan Terry, R. A.1963. Two-Stage Technique for The In Vitro Digestion Of Forage Crops. *Journal British Grassland Soc.*18: 104.
- Tillman, A. D, Hartadi H, Reksohadiprojo, S., Prawirokusumo, S.,Lebdosoekodjo,S., 1991. Ilmu Makanan Ternak Dasar. Cetakan ke-3, Gadjra Mada University, Yogyakarta.
- Usman, Y. 2013. Pemberian pakan serat sisa tanaman pertanian (jerami kacang tanah, jerami jagung, pucuk tebu) terhadap evolusi pH, N-NH3 dan VFA di dalam rumen sapi. *Jurnal Agripet*. Vol. 13(2), 53-58.
- Wibawati, P. A. 2013. Pengaruh Ekstrak Daun Sirih Terhadap Kecernaan Pakan Ruminansia.[Skripsi]. Fakultas Kedokteran Hewan. Universitas Airlangga.