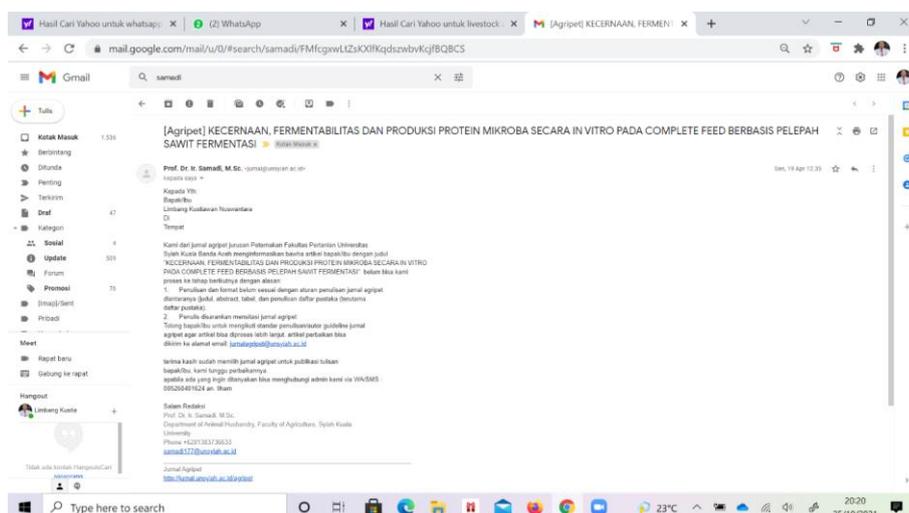


BUKTI KORESPONDENSI PENULIS DENGAN PENGELOLA JURNAL Artikel Tahun 2021 dengan Judul :  
 “Kecernaan, Fermentabilitas dan Produksi Protein Mikroba Secara In Vitro pada Complete Feed Berbasis Pelepah Sawit Fermentasi”

No.	Tanggal	Keterangan
1.	1 April 2021.	Registrasi Artikel
2.	19 April 2021	Tanggapan dari dewan redaksi
3.	3 Mei 2021	Diterima oleh dewan redaksi dan dilakukan review
4.	27 Mei 2021	Tanggapan Reviewer 1
5.	27 Mei 2021	Tanggapan Reviewer 2
6.	6 Juni 2021	Upload Revisi 1 dan 2
7.	12 Oktober 2021	Revisi kedua
8.	12 Oktober 2021	Accepted



Reviewer1	<p style="text-align: center;"><b>Kecernaan, Fermentabilitas dan Produksi Protein Mikroba Secara <i>In Vitro</i> pada <i>Complete Feed</i> Berbasis Pelepah Sawit Fermentasi</b></p> <p style="text-align: center;"><b>(Digestibility, Fermentability And In-Vitro Production of Microbial Protein on Complete Feed Based on Fermented Palm Frond)</b></p> <p><b>ABSTRAK.</b> Penelitian bertujuan untuk mengetahui kualitas complete feed dengan level pelepah sawit difermentasi berdasarkan kecernaan bahan kering, bahan organik, produksi NH<sub>3</sub>, produksi VFA dan produksi biomassa protein mikroba serta protein total secara <i>in vitro</i>.</p>
-----------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Materi yang digunakan adalah complete feed tersusun atas konsentrat dan pelepah sawit difermentasi dengan berbagai level yaitu 0, 10, 20 dan 30%. Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan complete feed dengan level pelepah sawit fermentasi. Data diolah menggunakan sidik ragam yang dilanjutkan dengan uji beda wilayah ganda Duncan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa complete feed dengan level pelepah sawit difermentasi berpengaruh nyata ( $p < 0,05$ ) terhadap kecernaan bahan kering dan bahan organik, produksi  $\text{NH}_3$ , produksi Volatile Fatty Acids (VFA), dan produksi protein total, sedangkan pada biomassa protein mikroba tidak terdapat perbedaan yang nyata ( $p > 0,05$ ). Rata-rata nilai kecernaan bahan kering pada perlakuan T0, T1, T2 dan T3 adalah 69,59; 71,9; 69,05; dan 62,58%. Rata-rata nilai kecernaan bahan organik pada perlakuan T0, T1, T2 dan T3 adalah 63,59; 63,15; 65,50; 52,66 %. Rata-rata produksi VFA pada perlakuan T0, T1, T2 dan T3 sebesar 105,8; 142,7; 136,4; dan 135,7 mM. Rata-rata produksi  $\text{NH}_3$ , biomassa protein mikroba dan produksi protein total pada perlakuan T0, T1, T2 dan T3 berturut-turut adalah (6,48mM; 15,04mg/ml; 34,10mg/g), (7,36mM; 15,75mg/ml; 23,72mg/g), (8,18mM; 12,59mg/ml; 33,72mg/g), (6,60mM; 15,31mg/ml; 40,80mg/g). Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan bahwa penggunaan pelepah sawit difermentasi dengan level 20% dalam pakan komplit menghasilkan produksi VFA, kecernaan bahan kering dan bahan organik yang cukup baik sehingga dapat menjadi pakan alternatif sumber serat pengganti rumput.

**Kata kunci** : *complete feed*, kecernaan,  $\text{NH}_3$ , VFA, mikroba, *in vitro*.

**ABSTRACT.** The aim of this study was to determine the quality of a complete feed containing fermented palm fronds based on the digestibility of dry matter, organic matter,  $\text{NH}_3$ , VFA, microbial protein biomass, and total protein *in vitro*. The material used complete feed composed of concentrates and fermented palm fronds at various levels, i.e., 0, 10, 20 and 30%. The experiment was set as a completely randomized design (CRD) involving 5 complete feeds containing different levels of fermented palm fronds. The data were processed using analysis of variance, followed by Duncan's multiple test. The results demonstrated that the complete feed with different levels of fermented palm fronds had a significant effect ( $p < 0.05$ ) on the digestibility of dry matter and organic matter,  $\text{NH}_3$  production, essential fatty acids production and total protein production, whereas there was no significant ( $p > 0.05$ ) difference in microbial protein biomass. The average dry matter digestibility values for T0, T1, T2 and T3 groups were 69.59; 71.9; 69.05; and 62.58%, respectively. The average value of the digestibility of organic matter for T0, T1, T2 and T3 treatments was 63.59; 63.15; 65.50; 52.66%. The average production of essential fatty acids in T0, T1, T2 and T3 groups was 105.8; 142.7; 136.4; and 135.7 mM. The average  $\text{NH}_3$  production, microbial protein biomass and total protein production in the T0, T1, T2 and T3 treatments were 6.48, 7.36, 8.18, 6.60 mM; 15.04, 15.75, 12.59, 15.31 mg/ml; 34.10, 23.72, 33.72, 40.80 mg/g. It was concluded that using fermented palm fronds at a 20% level in complete feed resulted in the production of essential fatty acids, improved digestibility of dry matter and organic matter, and that it could be used as a grass replacement fiber alternate feed supply.

**Key words:** complete feed, digestibility,  $\text{NH}_3$ , VFA, microbial, *in vitro*.

## PENDAHULUAN

Pelepah sawit merupakan produk samping hasil industri perkebunan, dengan potensi dan produksi yang cukup melimpah mencapai 40 hingga 50 pelepah/pohon/tahun. Perkebunan kelapa sawit di Indonesia seluas 12,76 juta ha pada tahun 2018 dengan produksi bahan kering pelepah yang tersedia untuk dimanfaatkan mencapai 36.594.813 ton/tahun. Jumlah pelepah sawit yang dihasilkan cukup banyak dan ditinjau dari kandungan nutrisi, pelepah sawit sangat potensial digunakan sebagai sumber atau pengganti pakan hijauan yang

**Commented [ASU51]:** Apa saja? Mengapa tidak sesuai dengan yang telah disebutkan sebelumnya?

umum diberikan sebagai bahan pakan. Komposisi nutrisi pelepah sawit adalah 26,07% bahan kering, 3,07% protein kasar, 50,94% serat kasar, 1,07% lemak kasar, 39,82% bahan ekstrak tanpa nitrogen, 5,10% abu, 0,96% Ca, 0,08% P dan energi bruto 4,841 kkal/kg (Mathius, 2008). Pelepah sawit bertekstur keras, mengandung serat kasar dan lignin yang tinggi dan memiliki kandungan NDF 86% dan ADF 74%, sehingga diperlukan teknologi untuk meningkatkan kualitas pelepah sawit. Fermentasi merupakan salah satu teknologi pengolahan pakan dengan tujuan untuk meningkatkan pencernaan dengan memutuskan ikatan selulosa atau hemiselulosa dengan lignin, sehingga strukturnya menjadi lebih sederhana (Ginting dan Batubara, 2003). Pemanfaatan pelepah sawit sebagai pakan dapat dikombinasikan dengan bahan pakan konsentrat, sehingga terbentuk *complete feed* yang merupakan pakan lengkap dengan kandungan nutrisi yang seimbang dan esensial bagi ternak guna mendukung produktivitas ternak baik untuk hidup pokok maupun untuk produksi (Santoso dan Hariadi, 2009).

Kualitas nutrisi *complete feed* berbasis pelepah sawit fermentasi dapat diketahui dengan menguji fermentabilitas dan kecernaannya di dalam rumen secara *in vitro*. Fermentabilitas pakan mencerminkan tingkat degradabilitas pakan di dalam rumen. *Volatile Fatty Acids* (VFA) merupakan hasil akhir fermentasi karbohidrat dalam rumen dan merupakan sumber energi yang potensial bagi ternak ruminansia (Arora, 1995). Konsentrasi N-NH<sub>3</sub> merupakan salah satu indikator untuk mengetahui fermentabilitas protein pakan, aktivitas mikroba dan populasi mikroba rumen (Rahayu *et al.*, 2018). Meningkatnya N-NH<sub>3</sub> yang disertai dengan ketersediaan kerangka karbon (VFA) akan menyebabkan sintesis protein mikrobia juga meningkat. Peningkatan populasi mikrobia di dalam rumen akan berdampak pada peningkatan degradasi dan pencernaan pakan. Sintesis protein mikrobia yang optimal membutuhkan suplai nitrogen dan asam organik. Suplai nitrogen berasal dari produksi amonia, sedangkan asam organik terpenuhi dari produksi VFA yang merupakan hasil fermentasi karbohidrat (Al Qori'ah *et al.*, 2017).

Pengujian fermentabilitas secara *in vitro* selain untuk mengetahui konsentrasi NH<sub>3</sub> juga dapat digunakan untuk mengukur produksi protein total yang merupakan gabungan dari protein pakan yang lolos dari degradasi rumen

dan protein mikrobia. Meningkatnya produksi VFA dan N-NH<sub>3</sub> akibat peningkatan pencernaan bahan organik akan meningkatkan produksi protein total (Hume *et al.*, 1970).

Penelitian bertujuan untuk mengkaji pencernaan dan fermentabilitas complete feed berbasis pelepah sawit fermentasi secara *in vitro*. Hipotesis penelitian adalah peningkatan fermentabilitas complete feed akan diikuti dengan peningkatan pencernaan dan produksi protein mikrobia.

## MATERI DAN METODE

### Waktu dan lokasi penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Maret – September 2019 di laboratorium Ilmu Nutrisi dan Pakan, Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro Semarang. Uji perubahan struktur jaringan dilakukan di Laboratorium Terpadu, Universitas Diponegoro.

### Materi penelitian

Materi yang digunakan adalah complete feed tersusun atas konsentrat dan pelepah sawit difermentasi dengan berbagai level yaitu 0, 10, 20 dan 30%. Konsentrat tersusun atas bungkil kelapa sawit, gaplek, bungkil biji kapuk, tetes, minyak sawit, urea, mineral mix dan garam dengan kandungan PK ±12% dan TDN ±65%.

### Metode penelitian

Pelaksanaan penelitian terdiri dari 3 tahap yaitu 1) pengolahan pelepah sawit fermentasi; 2) formulasi dan pembuatan complete feed; 3) evaluasi biologis secara *in vitro* yang meliputi fermentabilitas (produksi NH<sub>3</sub> dan VFA), degradabilitas (KcBK dan KcBO) dan produksi biomassa protein mikrobia serta produksi protein total.

Tahap pertama, pengolahan pelepah sawit fermentasi. Pelepah sawit difermentasi dengan isolat mikrobia pencerna serat dari rumen kerbau sebanyak 1% dari berat kering, hasil fermentasi pelepah sawit digunakan untuk menyusun complete feed. Tahap kedua yaitu formulasi dan pembuatan complete feed. Formulasi complete feed menggunakan level pelepah sawit fermentasi yang berbeda-beda yaitu 0, 10, 20, dan

**Commented [ASUS2]:** Perlu dijelaskan asal konsentrat, apakah komersil atau hasil formulasi sendiri? Apabila komersil, perlu ditambahkan data produsen.

**Commented [ASUS3]:** Penyebutan istilah perlu disesuaikan dan dikonsistenkan dari awal hingga akhir artikel agar tidak membuat bingung pembaca.

30% dengan kandungan PK  $\pm$ 12% dan TDN  $\pm$ 65%. Formula complete feed dengan level pelepah sawit difermentasi disajikan pada Tabel 1.

Tahap ketiga yaitu uji fermentabilitas dan degradabilitas secara *in vitro*, yang meliputi produksi NH<sub>3</sub>, produksi VFA, pencernaan bahan kering dan bahan organik, produksi biomassa mikrobia dan protein total.

Analisis pencernaan bahan kering dan organik menggunakan teknik Tilley dan Terry (1963). Metode tersebut terbagi menjadi dua bagian, yaitu pencernaan fermentatif dan pencernaan proteolitik. Masing-masing sampel sebanyak 0,55 gram yang telah ditimbang dimasukkan dalam tabung fermentor. Kemudian ditambahkan larutan penyangga McDougall sebanyak 40 ml dan cairan rumen domba 10 ml, untuk blanko tidak menggunakan sampel hanya larutan penyangga serta cairan rumen saja.

Tabel 1. Formulasi Ransum *Complete Feed* dengan Menggunakan LevelPelepah Sawit Fermentasi (%)

Bahan Pakan	T0	T1	T2	T3
ah Sawit Fermentasi	0	10	20	30
kil Kelapa Sawit	20	20	25	50
k	12	35	35	12,3
k Padi Kasar	23	23	6	0
kil Biji Kapuk	14	8,3	10	3,4
	0,7	2	2,1	1
ak	0,1	0,2	0,5	2,5
	0	1,2	1,2	0,6
al	0,1	0,1	0,1	0,1
n	0,1	0,2	0,1	0,1
ut Lapang	30	0	0	0
	100	100	100	100
b)	11,98	12,31	12,44	12,0
(%)	64,57	65,18	65,04	64,7
b)	25,56	19,98	21,04	26,0
(%)	48,17	54,62	52,32	40,4

Selanjutnya tabung tersebut diinkubasi selama 48 jam di dalam waterbath, setiap 6 jam sekali dilakukan penggojogan. Setelah 48 jam pencernaan fermentasi dihentikan, isi dari tabung fermentasi kemudian di sentrifus dengan kecepatan 3000 rpm selama 10 menit guna memisahkan endapan dan cairan. Dilanjutkan pencernaan proteolitik, cairan dibuang dan endapan yang tersisa ditambahkan pepsin HCl sebanyak 50 ml dan dimasukkan kembali dalam waterbath selama 48 jam, setiap 6 jam sekali dilakukan penggojogan. Setelah 48 jam dilakukan penyaringan dengan

pompa vacum pada kertas saring Whatman 41. Residu yang telah tersaring kemudian dioven selama 12 jam pada suhu 105°C. Setelah 12 jam diambil dan dimasukkan eksikator selama 15 menit, kemudian ditimbang. Kecernaan bahan kering dihitung dengan rumus :

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

dimana,

BK = bahan kering,

KcBK = kecernaan bahan kering

Penentuan kecernaan bahan organik dilakukan dengan memasukkan residu sampel ke cawan porselin, kemudian dimasukkan dalam tanur selama 6 jam pada suhu 600°C. Selanjutnya dihitung kadar bahan organiknya, didapat dari %BK dikurangi kadar abu. Kecernaan bahan organik dihitung dengan rumus sebagai berikut:

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

dimana,

BO = bahan organik,

KcBO = kecernaan bahan organik

Kadar VFA total diukur dengan metode destilasi uap (Dept. Dairy Sci., 1996). Supernatan yang diperoleh, ditampung dan ditambahkan 1 ml larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 15%, kemudian ditutup dengan rapat. VFA ditampung hingga 300 mL menggunakan erlemeyer yang berisi NaOH 0,5 N 5 mL. Dua tetes phenolphthalein telah ditambahkan, kemudian larutan HCl 0,5 N digunakan sebagai titrator, hingga larutan menjadi bening. Konsentrasi VFA ditentukan dengan formula berikut :

$$\text{VFA} = (Y-Z) \times N \text{ HCl} \times 1000/5 \text{ mM}$$

Y : ml HCl yang dibutuhkan untuk titrasi blanko

Z : ml HCl yang dibutuhkan untuk titrasi hasil destilasi

Produksi NH<sub>3</sub> ditentukan dengan teknik Mikrodifusi Conway (Dept. Dairy Sci., 1996). Sebanyak satu (1) ml supernatan yang diperoleh pada inkubasi selama 3 jam, diletakkan sebelah kiri sekat conway dan 1 ml larutan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> jenuh ditempatkan pada sekat sebelah kanan. Cawan kecil di bagian

Commented [ASUS4]: Penulisan harap diperhatikan

tengah diisi dengan asam borat jenuh berindikator methil merah dan brom kresol hijau sebanyak 1 ml. Kemudian ditutup rapat dengan tutup bervaselin lalu digoyang beberapa menit sehingga supernatan bercampur dengan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. Biarkan selama 24 jam pada suhu kamar. Amonia yang terikat dengan asam borat dititrasi dengan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,0055 N sampai warna berubah kemerah-merahan. Kadar N-NH<sub>3</sub> dihitung dengan rumus berikut :

$$\text{NH}_3 = (\text{ml Titran} \times \text{NH}_2\text{SO}_4 \times 1000) \text{ mM}$$

Nilai protein total diukur menggunakan metode kjeldahl. Prosedur untuk mengetahui protein total adalah sampel *complete feed* ditimbang sebanyak 0,55-0,56 g dan dicampur dengan cairan rumen sebanyak 10 ml dan larutan *McDougall* 40 ml. Diinkubasi pada *waterbath* dan diinkubasi selama 3 jam. Sepuluh (10) ml campuran diendapkan dengan 20 ml campuran TCA 20% dan SSA 2%. Dilakukan sentrifuge pada 3000 rpm selama 20 menit dan penyaringan dengan kertas saring yang telah dioven selama 1 jam pada suhu 105°C. Endapan dan kertas saring dioven pada suhu 105°C selama 5-6 jam kemudian ditimbang beratnya. Endapan dan kertas saring dimasukkan dalam labu destruksi ditambah katalisator selen 1 g dan asam sulfat pekat teknis 15 ml kemudian dilakukan destruksi sampai warna hijau jernih dalam almari asam. Sampel yang telah didestruksi dimasukkan ke dalam labu destilasi dan ditambahkan 50 ml aquadest dan 40 ml NaOH 45%. Destilasi dilakukan dengan menggunakan penangkap H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> 4% 20ml dan diberi 2 tetes indikator MR MB. Destilasi dilakukan sampai penangkap berubah warna dari ungu menjadi hijau. Hasil destilasi dititrasi dengan HCl 0,1 N sampai warna ungu. Produksi protein total dihitung dengan rumus :

$$\text{Protein} = \frac{(\text{ml HCl titran} - \text{ml HCl Blanko}) \times \text{N} - \text{HCl} \times 14 \times 6,25}{\text{bb sampel}} \text{ mg/g}$$

Nilai protein mikrobial diukur dengan metode lowry. Pengukuran biomassa protein mikroba dilakukan dengan cara mencampur 1 ml filtrat enzim dengan 1 ml reagen Lowry D, kemudian digojog dan diinkubasi dalam suhu kamar selama 15 menit. Selanjutnya ditambahkan 3 ml larutan Lowry E lalu digojog dan diinkubasi dalam suhu kamar selama 45 menit. Kemudian diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 540 nm.

Formatted: Font color: Red

### Analisis data

Data fermentabilitas dan pencernaan nutrisi yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis ragam, dan apabila terdapat pengaruh nyata perlakuan dilanjutkan uji jarak berganda Duncan. Analisis data dilakukan dengan menggunakan program SPSS Versi 24.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Produksi VFA (VFA), Kecernaan Bahan Kering dan Bahan Organik

Rangkuman hasil penelitian complete feed dengan level pelepah sawit difermentasi ditinjau dari produksi VFA, kecernaan bahan kering dan bahan organik ditunjukkan pada Tabel 2.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan pelepah sawit dalam complete feed dapat meningkatkan kinerja mikrobial rumen dalam melakukan fermentasi ransum. Hal ini ditunjukkan dari konsentrasi VFA pada complete feed dengan penambahan pelepah sawit terfermentasi lebih tinggi ( $P < 0,05$ ) dibanding tanpa pelepah sawit. Peningkatan VFA menunjukkan bahwa mikroba terutama bakteri di dalam cairan rumen mampu mendegradasi sumber karbohidrat ransum menjadi glukosa (Huang *et al.*, 2005; Adriani dan Mushawwir, 2008; Hendratiningrum *et al.*, 2011, Araujo *et al.*, 2015), selanjutnya menghasilkan VFA dengan volume yang cukup tinggi.

Tabel 2. Rangkuman Hasil Produksi VFA (VFA), Kecernaan Bahan Kering dan Bahan Organik Complete feed Secara *In vitro*

PARAMETER	T0	T1	T2	T3
FA (mM)	105,8 <sup>b</sup> ± 2,81	142,7 <sup>a</sup> ± 2,84	136,4 <sup>a</sup> ± 2,51	135,7 <sup>a</sup> ± 1
CBK (%)	69,59 <sup>b</sup> ± 2,36	71,9 <sup>a</sup> ± 2,90	69,05 <sup>b</sup> ± 4,25	62,58 <sup>c</sup> ± 2
CBO (%)	63,59 <sup>b</sup> ± 2,21	63,15 <sup>b</sup> ± 2,40	65,50 <sup>a</sup> ± 2,07	52,66 <sup>c</sup> ± 2

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

KcBK : Kecernaan Bahan Kering, KcBO : Kecernaan Bahan Organik,  
VFA : *Volatile Fatty Acids*

Tingginya produksi VFA pada perlakuan T1 diduga disebabkan oleh bahan pakan penyusunnya yang mudah difermentasi seperti gaplek, dedak padi dan tetes dalam jumlah yang cukup besar (Tabel 1). Hasil yang sama juga dilaporkan oleh Hendratiningrum *et al.* (2011) yang melaporkan bahwa

Commented [ASUS5]: dihapus

konsentrasi VFA total yang tinggi pada sapi yang diberi tambahan onggok basah, dikarenakan fermentabilitas dari onggok basah lebih tinggi dibandingkan dengan yang lainnya sehingga mudah diubah menjadi asam selama proses fermentasi. Peningkatan produk fermentasi karbohidrat berupa VFA seiring dengan meningkatnya penggunaan sumber karbohidrat dalam ransum, menunjukkan adanya hubungan paralel dengan KcBK maupun KCBO. (Syarifudin *et al.*, 2019)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa complete feed dengan level 10% pelepah sawit difermentasi (T1) menghasilkan pencernaan bahan kering tertinggi. Tingginya pencernaan bahan kering pada perlakuan T1 ini disebabkan oleh kandungan BETN yang lebih tinggi dan SK yang lebih rendah (Tabel 1). Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Swandyastuti *et al.* (2010) yang melaporkan bahwa peningkatan dedak dan onggok fermentasi dalam ransum akan meningkatkan nilai nutrisi dari ransum dan meningkatkan nilai pencernaan bahan kering ransum.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa complete feed dengan level 30% (T3) pelepah sawit difermentasi menghasilkan pencernaan bahan kering terendah yaitu, sebesar 62,58%. Ini menunjukkan bahwa penggunaan serat yang tinggi dalam formulasi complete feed yang mengandung pelepah sawit difermentasi sebanyak 30% dan bungkil kelapa sawit 50% menyebabkan pakan sulit untuk dicerna. Hasil penelitian Syafrudin *et al.* (2020), melaporkan bahwa bahan by produk industry pertanian berupa bungkil sawit mempunyai pencernaan bahan kering dan bahan organik terendah yaitu 21,41% dan 22,11% dari bahan by produk lainnya yang berupa kulit kopi, janggel, ampas tahu, bungkil kedelai, bungkil kepala dan onggok.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa complete feed dengan level 20% pelepah sawit difermentasi (T2) menghasilkan pencernaan bahan organik tertinggi ( $P < 0,05$ ). Tingginya pencernaan bahan organik pada perlakuan T2 diduga dipengaruhi oleh kandungan PK, TDN dan BETN yang relative tinggi dan kandungan serat kasar yang relative rendah (Tabel 1). Penambahan *readily available carbohydrate* (RAC) seperti gapek dan tetes dalam formulasi ransum akan meningkatkan ketersediaan kerangka karbon dan energi bagi mikrobia rumen. Bata dan Nurhidayat (2010), melaporkan

Commented [ASUS6]: bisa langsung diganti dengan "BETN paling tinggi dengan SK paling rendah"

bahwa penambahan molases pada amoniasi menyebabkan peningkatan protein dan penggunaan onggok basah sebagai sumber karbohidrat fermentable pada proses amoniasi jerami padi dapat meningkatkan penggunaan  $NH_3$ . Penggunaan  $NH_3$  yang optimal dapat meningkatkan kandungan nutrisi (protein kasar). Dengan demikian, pertumbuhan mikroba rumen akan semakin cepat dan asam  $\alpha$  keto yang terbentuk akan semakin meningkat. Tingginya pencernaan juga menunjukkan adanya penyediaan *rumen degradable protein* (RDP) dan energi dalam bentuk *readily available carbohydrate* (RAC) yang cukup untuk pertumbuhan mikroba rumen (Anggraeny *et al.* 2015). Syafrudin *et al.* (2020) menyatakan bahwa bahan organik dengan TDN tinggi akan menghasilkan energi tinggi yang dimanfaatkan untuk pertumbuhan mikroba di dalam rumen. Saputro *et al.* (2016) nilai TDN berhubungan erat dengan bahan organik yang merupakan gambaran ketersediaan nutrisi dalam pakan yang dapat dicerna. Wajizah *et al.* (2015) tingginya nilai KcBK dan KcBO diduga karena adanya keseimbangan ketersediaan nutrisi untuk menghasilkan pertumbuhan dan aktivitas mikroba rumen yang optimum dalam mencerna pakan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa complete feed dengan level 30% (T3) pelepah sawit difermentasi menghasilkan pencernaan bahan organik terendah. Hal ini selaras dengan hasil analisis KcBK pada perlakuan T3 juga memiliki nilai yang rendah (Tabel 2). Nilai KcBO berhubungan dengan nilai KcBK, karena BO merupakan bagian dari BK, perbedaannya terletak pada kadar abu. Rendahnya nilai pencernaan bahan organik pada perlakuan T3 juga disebabkan kandungan lemak yang tinggi pada formula T3 (Tabel 1) sehingga mempengaruhi lingkungan di dalam rumen (pH). Apabila kadar lemak di dalam pakan terlalu tinggi maka akan timbul pengaruh negatif lemak terhadap degradasi pakan oleh mikroba dalam rumen (Enjalbert *et al.* 2017). Adriani dan Mushawwir (2009), melaporkan bahwa kandungan lemak yang tinggi pada ransum akan merugikan mikroba rumen karena perkembangbiakan mikroba rumen memerlukan pH sekitar 5,8 hingga 6,8, begitu pula pH tinggi akan mengakibatkan terhambatnya aktivitas dari bakteri amilolitik dan selulolitik yang mana bakteri ini hanya akan hidup pada suasana sedikit asam, sehingga mengakibatkan serat

Commented [ASUS7]: Oleh siapa?

Commented [ASUS8]: apakah benar peningkatan kandungan lemak dalam pakan dapat mempengaruhi nilai pH lingkungan rumen dan menyebabkan terhambatnya aktivitas mikroba rumen? Bagaimana mekanismenya?

Pernyataan Adriani dan Mushawwir (2009) terkait hal tersebut adalah meningkatnya kandungan mineral bukan lemak dalam ransum, yang cenderung akan menyebabkan pH rumen bersifat basa dan mengakibatkan terhambatnya aktivitas mikroba rumen.

harap penulis dapat mensitasi literatur dengan tepat.

kasar dan karbohidrat non struktural yang dicerna juga rendah.

**Produksi NH<sub>3</sub> pada Complete Feed Berbasis Pelepah Sawit Fermentasi**

Hasil penelitian menunjukkan bahwa complete feed dengan level 10% pelepah sawit fermentasi menghasilkan produksi NH<sub>3</sub> rumen lebih tinggi (P<0,05) dibanding perlakuan lainnya (Tabel 3) dan masih dalam kisaran normal untuk pertumbuhan mikrobia rumen yang optimal. McDonald *et al.* (2010) menyatakan bahwa kisaran normal NH<sub>3</sub> untuk menunjang pertumbuhan mikroba rumen yang optimal yakni 6-21mM. Miguel *et al* (2021) melaporkan pengaruh penggunaan serat yang berbeda dalam complete feed yang tidak fermentasi menghasilkan produksi NH<sub>3</sub> sebesar 8,76 mM dan complete feed fermentasi 12,61 mM. Tingginya konsentrasi NH<sub>3</sub> pada complete feed dengan level 10% pelepah sawit fermentasi dibandingkan dengan perlakuan lain disebabkan karena kandungan BO yang tinggi dan kecernaan bahan organik yang tinggi. Faktor-faktor yang mempengaruhi produksi NH<sub>3</sub> adalah kadar protein pakan, kelarutan degradabilitas protein, sumber dan proporsi karbohidrat terlarut. Tingginya protein pakan dapat meningkatkan konsentrasi NH<sub>3</sub> pada ternak ruminansia (Holik *et al.* 2019). Konsentrasi NH<sub>3</sub> yang tinggi menunjukkan protein pakan yang mudah didegrasi oleh mikroba rumen (Despal *et al.* 2011, Hindratinigrum *at al.*, 2011). Hasil penelitian menunjukkan bahwa secara kuantitatif produksi amonia *complete feed* berbasis pelepah sawit cukup untuk mendukung biosintesis protein mikrobia rumen, yaitu berkisar 6,48-8,18 mM. Yuan *et al.* (2010) menyatakan untuk pertumbuhan mikrobia rumen yang optimal dibutuhkan kosnetrasi NH<sub>3</sub> sebesar 4-21 mM.

Tabel 3. Produksi NH<sub>3</sub>, Biomassa Protein Mikroba dan Produksi Protein Total *Complete Feed* Berbasis Pelepah Sawit Fermentasi

PARAMETER	T0	T1	T2
NH <sub>3</sub> (mM)	6,48 <sup>b</sup> ± 0,79	7,36 <sup>ab</sup> ± 0,61	8,18 <sup>a</sup> ± 1,11
Protein Mikroba (mg/ml)	15,04 ± 2,51	15,75 ± 2,98	12,59 ± 2,75
Protein Total (mg/g)	34,10 <sup>ab</sup> ± 6,81	23,72 <sup>b</sup> ± 6,19	33,72 <sup>ab</sup> ± 4,22

Superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata (P<0,05).

### **Biomassa Protein Mikroba pada *Complete Feed* Berbasis Pelelah Sawit Fermentasi**

Berdasarkan hasil analisis ragam terhadap biomassa protein mikroba didapatkan hasil bahwa pada masing-masing perlakuan mempunyai pengaruh yang sama (Tabel 3). Hasil ini lebih rendah dari hasil penelitian Firsoni dan Yunita (2014) complete feed yang mengandung daun *chromolaena odorata* menghasilkan biomassa protein berkisar 107,05 -114,21 mg/ml. Sintesis protein mikroba disamping membutuhkan amonia sebagai sumber nitrogen, juga membutuhkan energi, asam amino asal protein pakan yang bermutu sebagai kerangka karbon. Apabila NH<sub>3</sub> berlebih (tersedia dalam jumlah yang cukup) tetapi tidak ada asam alpha-keto dan VFA, maka sintesis menjadi asam amino (selanjutnya menjadi peptida dan protein) dan mikroba rumen tidak dapat memanfaatkannya dengan baik sehingga NH<sub>3</sub> rumen tidak bermanfaat akibatnya jumlah sintesis mikroba rendah. Hindratiningrum *et al.* (2011) menyatakan bahwa proses fermentasi dengan produksi protein mikrobial saling ketergantungan. Energi digambarkan sebagai ATP yang diperoleh dari fermentasi anaerobik karbohidrat. Amonia mempunyai peranan yang penting dalam sintesis protein mikrobial sebagai sumber N.

### **Produksi Protein Total pada *Complete Feed* Berbasis Pelelah Sawit Fermentasi**

Hasil penelitian menunjukkan bahwa produksi protein total pada T3 lebih tinggi dibandingkan dengan T0, T1 dan T2. Protein total adalah gambaran dari protein pakan yang tidak terdegradasi di dalam rumen dan protein mikrobial yang merupakan gambaran protein yang tersedia. Hasil analisis pengukuran produksi *protein* total *complete feed* berbasis pelelah sawit yang diperoleh sangat rendah. Hasil penelitian Prayitno *et al.* (2018) konsentrat dengan bersuplemen protein hijauan leguminosa menghasilkan produksi protein total berkisar 126,43-225,80 mg/g. Rendahnya produksi protein total pada penelitian ini diduga disebabkan oleh adanya tingkat degradasi yang tinggi oleh mikrobial rumen menjadi amonia (NH<sub>3</sub>) melalui proses deaminasi. Mikrobial mendegradasi protein dalam rumen tidak mengenal batas, proses degradasi tersebut dapat berlangsung terus walaupun amonia yang dihasilkan

**Commented [ASUS9]:** Perlu diperhatikan cara penulisan nama latin

sudah cukup memenuhi kebutuhan mikrobia rumen. Tingginya tingkat degradasi protein menjadi amonia menyebabkan semakin rendahnya protein yang lolos degradasi untuk mengalami pencernaan di abomasum dan usus sehingga *bypass* protein rendah. Prayitno *et al.* (2018), melaporkan bahwa pasokan mikrobia dan protein lolos degradasi merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi jumlah protein total yang terserap di usus halus.

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penggunaan pelepah sawit difermentasi dengan level 20% dalam complete feed dapat menjadi pakan alternatif sumber serat pengganti rumput, dan dalam pemanfaatannya perlu dilakukan manipulasi dengan ketersediaan sumber kerangka karbon yang memenuhi agar biosintesis mikroba dapat mencapai optimum sesuai harapan.

### DAFTAR PUSTAKA

- Adriani dan A. Mushawir. 2009. Kadar glukosa darah, laktosa dan produksi susu sapi perah pada berbagai tingkat suplementasi mineral makro. *J. Ind. Trop. Animal Agri.* 34(2):88-96
- Al Qori'ah, Surono dan Sutrisno. 2017. Sintesis protein mikroba dan aktivitas selulolitik akibat penambahan level zeolit sumber nitrogen slow release pada glukosa murni secara *in vitro*. *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan* 26 (2):1-7.
- Anggraeny Y. N., H. Soetanto, Kusmartono dan Hartutik. 2015. Sinkronisasi suplai protein dan energi dalam rumen untuk meningkatkan efisiensi pakan berkualitas rendah. *Wartazoa.* 25(3):107-116
- Araujo, A.P.C., Venturelli, B.C., Santos, M.C.B., Gardinal, R., Consolo, N.R.B., Calomeni, G.D., Freitas, J.E., Barletta, R.V., Gandra, J.R., Paiva, P.G., and Renno, F.P. 2015. Chitosan affects total nutrient digestion and ruminal fermentation in Nellore steers. *Animal Feed Science and Technology*, 206, 114-118.
- Arora, S. P. 1995. *Pencernaan Mikroba pada Ruminansia*. Gajah Mada University Press, Yogyakarta. (Diterjemahkan oleh R. Murwani).
- Bata. M., dan N. Hidayat. 2010. Penambahan Molases Untuk Meningkatkan Kualitas Amoniasi Jerami Padi dan Pengaruhnya terhadap Produk Fermentasi Rumen Secara *In-Vitro*. *Agripet*, 10 (2): 27-33

**Commented [ASUS10]:** Level ini ditentukan berdasarkan apa? Mengapa bisa disimpulkan pada level 20%?

<p>Departement of Dairy Science. 1996. General Laboratory Procedures. University of Winconsin, Madison.</p> <p>Despal, I.G. Permana, S.N. Safarina dan A.J. Tatra. 2011. Penggunaan berbagai sumber karbohidrat terlarut air untuk meningkatkan kualitas silase daun rami. <i>Media Peternakan</i>. 34 (2):69–76.</p> <p>Enjalbert, F., S. Combes, A. Zened and A. Meynadier. 2017. Rumen microbiota and dietary fat: a mutual shaping. <i>Journal of Applied Microbiology</i> 123: 782—797</p> <p>Firsoni dan R. Yunita. 2014. Uji degradabilitas complete feed yang mengandung daun chromolaena odorata secara in vitro. <i>Jurnal Peternakan Indonesia</i>. 16 (2):89-95</p> <p>Ginting, P. S. dan P. L. Batubara. 2003. Strategi Penelitian Pakan dan Nutrisi Kambing Potong. <i>Wartazoa</i>. 13(1):8-13</p> <p>Hindratiningrum, N., M. Bata dan S. A. Santosa. 2011. Produk fermentasi rumen dan produksi protein mikroba sapi lokal yang diberi pakan jerami amoniasi dan beberapa bahan pakan sumber energi. <i>Agripet</i>, 11 (2): 29-34.</p> <p>Holik, Y.L.A., L. Abdullah dan P.D.M.H. Karti. 2019. Evaluasi nutrisi silase kultivar baru tanaman sorgum (<i>Sorghum bicolor</i>) dengan penambahan legum <i>Indigofera</i> sp. pada taraf berbeda. <i>Jurnal Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan</i>. 17 (2):38–46.</p> <p>Huang, R. L. , Lin, Y. L., Wu, G. Y Li, ., T. J ., Li, L. L ., Yang, C. B. ., Zhang, J., Wang, B. ., Deng, Z. Y., Zhang, Y. G., Tang, Z. R. ., Kang, P. and Guo, Y. M. 2005. Effect of Dietary Oligochitosan Supplementation on Ileal Digestibility of Nutrients and Performance In Broilers. China Agricultural Univ. Press, Beijing, China.</p> <p>Hume, I. D., R. J. Moir and M. Somers. 1970. Synthesis of microbial protein in the rumen. <i>J. Agric. Sci.</i> <b>21</b> : 283-295.</p> <p>Mathius, W. I. 2008. Pengembangan sapi potong berbasis industri kelapa sawit. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan Bogor. Pengembangan Inovasi pertanian I (2): 206-224.</p> <p>McDonald P, R. Edwards, J. Greenhalgh, C. Morgan, L. Sinclair dan R. Wilkinson . 2010. <i>Animal Nutrition</i>. 7<sup>th</sup> Ed. London (UK): Pearson Education</p> <p>Miguel, M., L. Mamuad, S. Ramos, M. J. Ku, C. D. Jeong, S. H. Kim, Y. I. Cho1 and S. S. Lee. 2021. Effects of using different roughages in the total mixed ration inoculated with or without coculture of <i>Lactobacillus acidophilus</i> and <i>Bacillus subtilis</i> on in vitro rumen fermentation and microbial population <i>Animal Bioscience</i> Vol. 34 (4):642-651</p> <p>Prayitno, R. S., F. Wahyono dan E. Pangestu. 2019. Pengaruh suplementasi sumber protein hijauan leguminosa terhadap produksi ammonia dan protein total ruminal secara in vitro. <i>Jurnal Peternakan Indonesia</i>. 20 (2): 116-123</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	<p>Rahayu R. I., A. Subrata, dan J. Achmadi. 2018. Fermentabilitas Ruminal In Vitro pada Pakan Berbasis Jerami Padi Amoniasi dengan Suplementasi Tepung Bonggol Pisang dan Molases. <i>Jurnal Peternakan Indonesia</i>. Vol. 20 (3): 166-174</p> <p>Santoso, B dan B. T. Hariadi. 2009. Evaluation of nutritive value and in vitro methane production of feedstuffs from agricultural and food industry by products. <i>J. Indonesia Trop. Anim. Agric.</i> 34 (3): 189-195.</p> <p>Saputro, T. S. D. Widyawati dan Suharto. 2016. Evaluasi nutrisi perbedaan rasio dedak padi dan ampas bir ditinjau dari nilai TDN ransum domba lokal jantan. <i>Jurnal Sains Peternakan</i>. 14 (1): 27 - 35.</p> <p>Saripudin. A., S.Nurpauza, B. Ayuningsi, I. Hernaman dan A. R.Tarmidi. 2019. Fermentabilitas dan Kecernaan Ransum Domba yang Mengandung Limbah Roti secara In Vitro. <i>Agripet: Vol (19). No. 2: 85-90.</i></p> <p>Suwandyastuti, Rimbawanto dan N. Iriyanti. 2010. Pengaruh Imbangan Jerami Padi, Dedak Padi dan Onggok Terfermentasi terhadap Kecernaan dan Produk Fermentasi Rumen Secara In Vitro. <i>Agripet</i>, 10 (2): 59-63.</p> <p>Syafrudin, A. I., E. Pangestu dan M. Christiyanto. 2020. Nilai total digestible nutrient pada bahan pakan by-product industri pertanian sebagai pakan kambing yang diuji secara in vitro. <i>Jurnal Sains Peternakan Indonesia</i>. 15 (3): 302-307</p> <p>Tilley, J.M.A. dan R.A. Terry. 1963. A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops. <i>J. Br. Grsld. Soc.</i> 18: 104 – 111.</p> <p>Wajizah. S., Samadi, Y. Usman, dan E. Mariana. 2015. Evaluasi Nilai Nutrisi dan Kecernaan In Vitro Pelepah Kelapa Sawit (Oil Palm Fronds) yang Difermentasi Menggunakan <i>Aspergillus niger</i> dengan Penambahan Sumber Karbohidrat yang Berbeda. <i>Agripet: Vol (15) No. 1: 13-19</i></p> <p>Yuan, Z. Q., S. X. Tang, B. Zeng, M. Wang, Z. L. Tan, Z. H. Sun, C. S. Zhou, X F Han, and M. A. Bamikole. 2010. Effects of dietary supplementation with alkyl polyglycoside, a nonionic surfactant, on nutrient digestion and ruminal fermentation in goats. <i>J. Anim. Sci.</i> 88: 3984-3991.</p>
--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p>Reviewer 2</p>	<p style="text-align: center;"><b>Kecernaan, Fermentabilitas dan Produksi Protein Mikroba Secara <i>In Vitro</i> pada <i>Complete Feed</i> Berbasis Pelepah Sawit Fermentasi</b></p> <p style="text-align: center;"><b>(Digestibility, Fermentability And In-Vitro Production of Microbial Protein on Complete Feed Based on Fermentated Palm Frond)</b></p> <p><b>ABSTRAK.</b> Penelitian bertujuan untuk mengetahui kualitas complete feed dengan level pelepah sawit difermentasi berdasarkan kecernaan bahan kering, bahan organik, produksi NH<sub>3</sub>, produksi VFA dan produksi biomassa protein mikrobia serta protein total secara <i>in vitro</i>. Materi yang digunakan adalah complete feed tersusun atas konsentrat dan pelepah sawit difermentasi dengan berbagai level yaitu 0, 10, 20 dan 30%. Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan complete feed dengan level pelepah sawit</p>
-------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Commented [ASUS11]: Fermented

fermentasi. Data diolah menggunakan sidik ragam yang dilanjutkan dengan uji beda wilayah ganda Duncan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa complete feed dengan level pelepah sawit difermentasi berpengaruh nyata ( $p < 0,05$ ) terhadap kecernaan bahan kering dan bahan organik, produksi  $\text{NH}_3$ , produksi Volatile Fatty Acids (VFA), dan produksi protein total, sedangkan pada biomassa protein mikroba tidak terdapat perbedaan yang nyata ( $p > 0,05$ ). Rata-rata nilai kecernaan bahan kering pada perlakuan T0, T1, T2 dan T3 adalah 69,59; 71,9; 69,05; dan 62,58%. Rata-rata nilai kecernaan bahan organik pada perlakuan T0, T1, T2 dan T3 adalah 63,59; 63,15; 65,50; 52,66 %. Rata-rata produksi VFA pada perlakuan T0, T1, T2 dan T3 sebesar 105,8; 142,7; 136,4; dan 135,7 mM. Rata-rata produksi  $\text{NH}_3$ , biomassa protein mikroba dan produksi protein total pada perlakuan T0, T1, T2 dan T3 berturut-turut adalah (6,48mM; 15,04mg/ml; 34,10mg/g), (7,36mM; 15,75mg/ml; 23,72mg/g), (8,18mM; 12,59mg/ml; 33,72mg/g), (6,60mM; 15,31mg/ml; 40,80mg/g). Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan bahwa penggunaan pelepah sawit difermentasi dengan level 20% dalam pakan komplit menghasilkan produksi VFA, kecernaan bahan kering dan bahan organik yang cukup baik sehingga dapat menjadi pakan alternatif sumber serat pengganti rumput.

**Kata kunci** : complete feed, kecernaan,  $\text{NH}_3$ , VFA, mikroba, *in vitro*.

**ABSTRACT.** The aim of this study was to determine the quality of a complete feed containing fermented palm fronds based on the digestibility of dry matter, organic matter,  $\text{NH}_3$ , VFA, microbial protein biomass, and total protein *in vitro*. The material used complete feed composed of concentrates and fermented palm fronds at various levels, i.e., 0, 10, 20 and 30%. The experiment was set as a completely randomized design (CRD) involving 5 complete feeds containing different levels of fermented palm fronds. The data were processed using analysis of variance, followed by Duncan's multiple test. The results demonstrated that the complete feed with different levels of fermented palm fronds had a significant effect ( $p < 0.05$ ) on the digestibility of dry matter and organic matter,  $\text{NH}_3$  production, essential fatty acids production and total protein production, whereas there was no significant ( $p > 0.05$ ) difference in microbial protein biomass. The average dry matter digestibility values for T0, T1, T2 and T3 groups were 69.59; 71.9; 69.05; and 62.58%, respectively. The average value of the digestibility of organic matter for T0, T1, T2 and T3 treatments was 63.59; 63.15; 65.50; 52.66%. The average production of essential fatty acids in T0, T1, T2 and T3 groups was 105.8; 142.7; 136.4; and 135.7 mM. The average  $\text{NH}_3$  production, microbial protein biomass and total protein production in the T0, T1, T2 and T3 treatments were 6.48, 7.36, 8.18, 6.60 mM; 15.04, 15.31 mg/ml; 34.10, 23.72, 33.72, 40.80 mg/g. It was concluded that using fermented palm fronds at a 20% level in complete feed resulted in the production of essential fatty acids, improved digestibility of dry matter and organic matter, and that it could be used as a grass replacement fiber alternate feed supply.

**Key words**: complete feed, digestibility,  $\text{NH}_3$ , VFA, microbial, *in vitro*.

## PENDAHULUAN

Pelepah sawit merupakan produk samping hasil industri perkebunan, dengan potensi dan produksi yang cukup melimpah mencapai 40 hingga 50 pelepah/pohon/tahun. Perkebunan kelapa sawit di Indonesia seluas 12,76 juta ha pada tahun 2018 dengan produksi bahan kering pelepah yang tersedia untuk dimanfaatkan mencapai 36.594.813 ton/tahun. Jumlah pelepah sawit yang dihasilkan cukup banyak dan ditinjau dari kandungan nutrisi, pelepah sawit sangat potensial digunakan sebagai sumber atau pengganti pakan hijauan yang umum diberikan sebagai bahan pakan. Komposisi nutrisi pelepah sawit adalah 26,07% bahan kering, 3,07% protein kasar, 50,94% serat kasar, 1,07% lemak kasar, 39,82%

**Commented [ASUS12]:** Are u sure? The sentence before explained 4 levels only, which one is true?

**Commented [ASUS13]:** Belum ditemukan pernyataan kebaruan atau novelty dalam artikel ini. Perlu ditambahkan novelty apa yang ditonjolkan pada artikel ini sehingga berbeda dengan artikel2 lainnya yang telah publish.

bahan ekstrak tanpa nitrogen, 5,10% abu, 0,96% Ca, 0,08% P dan energi bruto 4,841 kkal/kg (Mathius, 2008). Pelepah sawit bertekstur keras, mengandung serat kasar dan lignin yang tinggi dan memiliki kandungan NDF 86% dan ADF 74%, sehingga diperlukan teknologi untuk meningkatkan kualitas pelepah sawit. Fermentasi merupakan salah satu teknologi pengolahan pakan dengan tujuan untuk meningkatkan pencernaan dengan memutuskan ikatan selulosa atau hemiselulosa dengan lignin, sehingga strukturnya menjadi lebih sederhana (Ginting dan Batubara, 2003). Pemanfaatan pelepah sawit sebagai pakan dapat dikombinasikan dengan bahan pakan konsentrat, sehingga terbentuk *complete feed* yang merupakan pakan lengkap dengan kandungan nutrisi yang seimbang dan esensial bagi ternak guna mendukung produktivitas ternak baik untuk hidup pokok maupun untuk produksi (Santoso dan Hariadi, 2009).

Kualitas nutrisi *complete feed* berbasis pelepah sawit fermentasi dapat diketahui dengan menguji fermentabilitas dan kecernaannya di dalam rumen secara *in vitro*. Fermentabilitas pakan mencerminkan tingkat degradabilitas pakan di dalam rumen. *Volatile Fatty Acids* (VFA) merupakan hasil akhir fermentasi karbohidrat dalam rumen dan merupakan sumber energi yang potensial bagi ternak ruminansia (Arora, 1995). Konsentrasi N-NH<sub>3</sub> merupakan salah satu indikator untuk mengetahui fermentabilitas protein pakan, aktivitas mikroba dan populasi mikroba rumen (Rahayu *et al.*, 2018). Meningkatnya N-NH<sub>3</sub> yang disertai dengan ketersediaan kerangka karbon (VFA) akan menyebabkan sintesis protein mikrobia juga meningkat. Peningkatan populasi mikrobia di dalam rumen akan berdampak pada peningkatan degradasi dan pencernaan pakan. Sintesis protein mikrobia yang optimal membutuhkan suplai nitrogen dan asam organik. Suplai nitrogen berasal dari produksi amonia, sedangkan asam organik terpenuhi dari produksi VFA yang merupakan hasil fermentasi karbohidrat (Al Qori'ah *et al.*, 2017).

Pengujian fermentabilitas secara *in vitro* selain untuk mengetahui konsentrasi NH<sub>3</sub> juga dapat digunakan untuk mengukur produksi protein total yang merupakan gabungan dari protein pakan yang lolos dari degradasi rumen dan protein mikrobia. Meningkatnya produksi VFA dan N-NH<sub>3</sub> akibat peningkatan pencernaan bahan organik akan meningkatkan produksi protein total (Hume *et al.*, 1970).

**Commented [ASUS14]:** Sebaiknya menggunakan reference manager agar memudahkan editor dan reviewer dalam pengecekan artikel.

**Commented [ASUS15]:** Gunakan dan atau tambahkan literatur yang lebih baru.

**Commented [ASUS16]:** Gunakan dan atau tambahkan literatur yang lebih baru.

Penelitian bertujuan untuk mengkaji pencernaan dan fermentabilitas complete feed berbasis pelepah sawit fermentasi secara *in vitro*. Hipotesis penelitian adalah peningkatan fermentabilitas complete feed akan diikuti dengan peningkatan pencernaan dan produksi protein mikrobia.

## MATERI DAN METODE

### Waktu dan lokasi penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Maret – September 2019 di laboratorium Ilmu Nutrisi dan Pakan, Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro Semarang. Uji perubahan struktur jaringan dilakukan di Laboratorium Terpadu, Universitas Diponegoro.

### Materi penelitian

Materi yang digunakan adalah complete feed tersusun atas konsentrat dan pelepah sawit difermentasi dengan berbagai level yaitu 0, 10, 20 dan 30%. Konsentrat tersusun atas bungkil kelapa sawit, gaplek, bungkil biji kapuk, tetes, minyak sawit, urea, mineral mix dan garam dengan kandungan PK  $\pm 12\%$  dan TDN  $\pm 65\%$ .

### Metode penelitian

Pelaksanaan penelitian terdiri dari 3 tahap yaitu 1) pengolahan pelepah sawit fermentasi; 2) formulasi dan pembuatan complete feed; 3) evaluasi biologis secara *in vitro* yang meliputi fermentabilitas (produksi  $\text{NH}_3$  dan VFA), degradabilitas (KcBK dan KcBO) dan produksi biomassa protein mikrobia serta produksi protein total.

Tahap pertama, pengolahan pelepah sawit fermentasi. Pelepah sawit difermentasi dengan isolat mikrobia pencerna serat dari rumen kerbau sebanyak 1% dari berat kering, hasil fermentasi pelepah sawit digunakan untuk menyusun complete feed. Tahap kedua yaitu formulasi dan pembuatan complete feed. Formulasi complete feed menggunakan level pelepah sawit fermentasi yang berbeda-beda yaitu 0, 10, 20, dan 30% dengan kandungan PK  $\pm 12\%$  dan TDN  $\pm 65\%$ . Formula complete feed dengan level pelepah sawit difermentasi disajikan pada Tabel 1.

Tahap ketiga yaitu uji fermentabilitas dan degradabilitas secara *in vitro*,

**Commented [ASUS17]:** Perlu dijelaskan jenis fermentasinya, aerob atau anaerob; berapa lama masa fermentasinya, isolat yang digunakan dalam bentuk crude atau spesifik.

**Commented [ASUS18]:** Dalam basis asfed atau BK?

**Commented [ASUS19]:** Ambigu. pernyataan ini untuk pelepah sawit fermentasi atau untuk complete feed? Sebaiknya dituliskan pada kalimat terpisah.

yang meliputi produksi NH<sub>3</sub>, produksi VFA, pencernaan bahan kering dan bahan organik, produksi biomassa mikrobia dan protein total.

Analisis pencernaan bahan kering dan organik menggunakan teknik Tilley dan Terry (1963). Metode tersebut terbagi menjadi dua bagian, yaitu pencernaan fermentatif dan pencernaan proteolitik. Masing-masing sampel sebanyak 0,55 gram yang telah ditimbang dimasukkan dalam tabung fermentor. Kemudian ditambahkan larutan penyangga McDougall sebanyak 40 ml dan cairan rumen domba 10 ml, untuk blanko tidak menggunakan sampel hanya larutan penyangga serta cairan rumen saja.

Tabel 1. Formulasi Ransum *Complete Feed* dengan Menggunakan Level Pelepah Sawit Fermentasi (%)

Bahan Pakan	T0	T1	T2	T3
Pelepah Sawit Fermentasi	0	10	20	30
Bungkil Kelapa Sawit	20	20	25	50
Gaplek	12	35	35	12,3
Dedak Padi Kasar	23	23	6	0
Bungkil Biji Kapuk	14	8,3	10	3,4
Tetes	0,7	2	2,1	1
Minyak	0,1	0,2	0,5	2,5
Urea	0	1,2	1,2	0,6
Mineral	0,1	0,1	0,1	0,1
Garam	0,1	0,2	0,1	0,1
Rumput Lapang	30	0	0	0
Total	100	100	100	100
PK (%)	11,98	12,31	12,44	12,08
TDN (%)	64,57	65,18	65,04	64,70
SK (%)	25,56	19,98	21,04	26,02
BETN (%)	48,17	54,62	52,32	40,48

Selanjutnya tabung tersebut diinkubasi selama 48 jam di dalam waterbath, setiap 6 jam sekali dilakukan penggojogan. Setelah 48 jam pencernaan fermentasi dihentikan, isi dari tabung fermentasi kemudian di sentrifus dengan kecepatan 3000 rpm selama 10 menit guna memisahkan endapan dan cairan. Dilanjutkan pencernaan proteolitik, cairan dibuang dan endapan yang tersisa ditambahkan pepsin HCl sebanyak 50 ml dan dimasukkan kembali dalam waterbath selama 48 jam, setiap 6 jam sekali dilakukan penggojogan. Setelah 48 jam dilakukan penyaringan dengan pompa vacum pada kertas saring Whatman 41. Residu yang telah tersaring kemudian dioven selama 12 jam pada suhu 105°C. Setelah 12 jam diambil dan dimasukkan eksikator selama 15 menit, kemudian ditimbang. Kecernaan bahan kering dihitung dengan rumus :

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

dimana,

BK = bahan kering,

KcBK = kecernaan bahan kering

Penentuan kecernaan bahan organik dilakukan dengan memasukkan residu sampel ke cawan porselin, kemudian dimasukkan dalam tanur selama 6 jam pada suhu 600°C. Selanjutnya dihitung kadar bahan organiknya, didapat dari %BK dikurangi kadar abu. Kecernaan bahan organik dihitung dengan rumus sebagai berikut:

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

dimana,

BO = bahan organik,

KcBO = kecernaan bahan organik

Kadar VFA total diukur dengan metode destilasi uap (Dept. Dairy Sci., 1996). Supernatan yang diperoleh, ditampung dan ditambahkan 1 ml larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 15%, kemudian ditutup dengan rapat. VFA ditampung hingga 300 mL menggunakan erlemeyer yang berisi NaOH 0,5 N 5 mL. Dua tetes phenolphthalein telah ditambahkan, kemudian larutan HCl 0,5 N digunakan sebagai titrator, hingga larutan menjadi bening. Konsentrasi VFA ditentukan dengan formula berikut :

$$\text{VFA} = (Y-Z) \times N \text{ HCl} \times 1000/5 \text{ mM}$$

Y : ml HCl yang dibutuhkan untuk titrasi blanko

Z : ml HCl yang dibutuhkan untuk titrasi hasil destilasi

Produksi NH<sub>3</sub> ditentukan dengan teknik Mikrodifusi Conway (Dept. Dairy Sci., 1996). Sebanyak satu (1) ml supernatan yang diperoleh pada inkubasi selama 3 jam, diletakkan sebelah kiri sekat conway dan 1 ml larutan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> jenuh ditempatkan pada sekat sebelah kanan. Cawan kecil di bagian tengah diisi dengan asam borat jenuh berindikator methyl merah dan brom kresol hijau sebanyak 1 ml. Kemudian ditutup rapat dengan tutup bervaselin lalu digoyang beberapa menit sehingga supernatan bercampur dengan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. Biarkan selama 24 jam pada suhu kamar. Amonia yang terikat dengan asam borat dititrasi dengan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,0055 N

sampai warna berubah kemerah-merahan. Kadar N-NH<sub>3</sub> dihitung dengan rumus berikut :

$$\text{NH}_3 = (\text{ml Titran} \times \text{NH}_2\text{SO}_4 \times 1000) \text{ mM}$$

Nilai protein total diukur menggunakan metode kjeldahl. Prosedur untuk mengetahui protein total adalah sampel *complete feed* ditimbang sebanyak 0,55-0,56 g dan dicampur dengan cairan rumen sebanyak 10 ml dan larutan *McDougall* 40 ml. Diinkubasi pada *waterbath* dan diinkubasi selama 3 jam. Sepuluh (10) ml campuran diendapkan dengan 20 ml campuran TCA 20% dan SSA 2%. Dilakukan sentrifuge pada 3000 rpm selama 20 menit dan penyaringan dengan kertas saring yang telah dioven selama 1 jam pada suhu 105°C. Endapan dan kertas saring dioven pada suhu 105°C selama 5-6 jam kemudian ditimbang beratnya. Endapan dan kertas saring dimasukkan dalam labu destruksi ditambah katalisator selen 1 g dan asam sulfat pekat teknis 15 ml kemudian dilakukan destruksi sampai warna hijau jernih dalam almari asam. Sampel yang telah didestruksi dimasukkan ke dalam labu destilasi dan ditambahkan 50 ml aquadest dan 40 ml NaOH 45%. Destilasi dilakukan dengan menggunakan penangkap H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> 4% 20ml dan diberi 2 tetes indikator MR MB. Destilasi dilakukan sampai penangkap berubah warna dari ungu menjadi hijau. Hasil destilasi dititrasi dengan HCl 0,1 N sampai warna ungu. Produksi protein total dihitung dengan rumus :

$$\text{Protein} = \frac{(\text{ml HCl titran} - \text{ml HCl Blanko}) \times \text{N} - \text{HCl} \times 14 \times 6,25}{\text{bb sampel}} \text{ mg/g}$$

Nilai protein mikrobial diukur dengan metode lowry. Pengukuran biomassa protein mikroba dilakukan dengan cara mencampur 1 ml filtrat enzim dengan 1 ml reagen Lowry D, kemudian digojog dan diinkubasi dalam suhu kamar selama 15 menit. Selanjutnya ditambahkan 3 ml larutan Lowry E lalu digojog dan diinkubasi dalam suhu kamar selama 45 menit. Kemudian diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 540 nm.

#### **Analisis data**

Data fermentabilitas dan pencernaan nutrisi yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis ragam, dan apabila terdapat pengaruh nyata perlakuan dilanjutkan uji jarak berganda Duncan. Analisis data dilakukan dengan menggunakan program SPSS Versi 24.

**Commented [ASUS20]:** Perlu dicek kembali untuk penulisan bakunya.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Produksi VFA (VFA), Kecernaan Bahan Kering dan Bahan Organik

Rangkuman hasil penelitian complete feed dengan level pelepah sawit difermentasi ditinjau dari produksi VFA, kecernaan bahan kering dan bahan organik ditunjukkan pada Tabel 2.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan pelepah sawit dalam complete feed dapat meningkatkan kinerja mikrobial rumen dalam melakukan fermentasi ransum. Hal ini ditunjukkan dari konsentrasi VFA pada complete feed dengan penambahan pelepah sawit terfermentasi lebih tinggi ( $P < 0,05$ ) dibanding tanpa pelepah sawit. Peningkatan VFA menunjukkan bahwa mikroba terutama bakteri di dalam cairan rumen mampu mendegradasi sumber karbohidrat ransum menjadi glukosa (Huang *et al.*, 2005; Adriani dan Mushawwir, 2008; Hendratinigrum *et al.*, 2011, Araujo *et al.*, 2015), selanjutnya menghasilkan VFA dengan volume yang cukup tinggi.

Tabel 2. Rangkuman Hasil Produksi VFA (VFA), Kecernaan Bahan Kering dan Bahan Organik Complete feed Secara *In vitro*

PARAMETER	T0	T1	T2	T3
VFA (mM)	105,8 <sup>b</sup> ± 2,81	142,7 <sup>a</sup> ± 2,84	136,4 <sup>a</sup> ± 2,51	135,7 <sup>a</sup> ± 1,63
KCBK (%)	69,59 <sup>b</sup> ± 2,36	71,9 <sup>a</sup> ± 2,90	69,05 <sup>b</sup> ± 4,25	62,58 <sup>c</sup> ± 2,54
KCBO (%)	63,59 <sup>b</sup> ± 2,21	63,15 <sup>b</sup> ± 2,40	65,50 <sup>a</sup> ± 2,07	52,66 <sup>c</sup> ± 2,38

Superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan adanya perbedaan nyata ( $p < 0,05$ )

Keterangan :

KCBK : Kecernaan Bahan Kering, KCBO : Kecernaan Bahan Organik,

VFA : *Volatile Fatty Acids*

Tingginya produksi VFA pada perlakuan T1 diduga disebabkan oleh bahan pakan penyusunnya yang mudah difermentasi seperti gaplek, dedak padi dan tetes dalam jumlah yang cukup besar (Tabel 1). Hasil yang sama juga dilaporkan oleh Hendratinigrum *et al.* (2011) yang melaporkan bahwa konsentrasi VFA total yang tinggi pada sapi yang diberi tambahan onggok basah, dikarenakan fermentabilitas dari onggok basah lebih tinggi dibandingkan dengan yang lainnya sehingga mudah diubah menjadi asam selama proses fermentasi. Peningkatan produk fermentasi karbohidrat berupa VFA seiring dengan meningkatnya penggunaan sumber karbohidrat dalam ransum, menunjukkan adanya hubungan paralel dengan KCBK maupun KCBO. (Syarifudin *et al.*, 2019)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa complete feed dengan level 10% pelepah sawit difermentasi (T1) menghasilkan kecernaan bahan kering tertinggi. Tingginya kecernaan bahan kering pada perlakuan T1 ini disebabkan oleh kandungan BETN yang lebih tinggi dan SK yang lebih rendah (Tabel 1). Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Swandyastuti *et al.* (2010) yang melaporkan bahwa peningkatan dedak dan onggok fermentasi dalam ransum akan meningkatkan nilai nutrisi dari ransum dan meningkatkan nilai kecernaan bahan kering ransum.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa complete feed dengan level 30% (T3) pelepah sawit difermentasi menghasilkan kecernaan bahan kering terendah yaitu, sebesar 62,58%. Ini menunjukkan bahwa penggunaan serat yang tinggi dalam formulasi complete feed yang mengandung pelepah sawit difermentasi sebanyak 30% dan bungkil kelapa sawit 50% menyebabkan pakan sulit untuk dicerna. Hasil penelitian Syafrudin *et al.* (2020), melaporkan bahwa bahan by produk industry pertanian berupa bungkil sawit mempunyai kecernaan bahan kering dan bahan organik terendah yaitu 21,41% dan 22,11% dari bahan by produk lainnya yang berupa kulit kopi, jaggel, ampas tahu, bungkil kedelai, bungkil kepala dan onggok.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa complete feed dengan level 20% pelepah sawit difermentasi (T2) menghasilkan kecernaan bahan organik tertinggi ( $P < 0,05$ ). Tingginya kecernaan bahan organik pada perlakuan T2 diduga dipengaruhi oleh kandungan PK, TDN dan BETN yang relative tinggi dan kandungan serat kasar yang relative rendah (Tabel 1). Penambahan *readily available carbohydrate* (RAC) seperti gapek dan tetes dalam formulasi ransum akan meningkatkan ketersediaan kerangka karbon dan energi bagi mikrobia rumen. Bata dan Nurhidayat (2010), melaporkan bahwa penambahan molases pada amoniasi menyebabkan peningkatan protein dan penggunaan onggok basah sebagai sumber karbohidrat fermentable pada proses amoniasi jerami padi dapat meningkatkan penggunaan  $NH_3$ . Penggunaan  $NH_3$  yang optimal dapat meningkatkan kandungan nutrisi (protein kasar). Dengan demikian, pertumbuhan mikrobia rumen akan semakin cepat dan asam  $\alpha$  keto yang terbentuk akan semakin meningkat. Tingginya kecernaan juga menunjukkan adanya penyediaan *rumen degradable protein* (RDP) dan energi dalam bentuk *readily available carbohydrate* (RAC) yang cukup untuk

**Commented [ASUS21]:** Sebaiknya diganti dengan kalimat berikut:

Hal ini merupakan akibat dari tingginya penggunaan serat dalam complete feed yang divalidasi dengan adanya penggunaan pelepah sawit difermentasi sebanyak 30% dan bungkil kelapa sawit sebanyak 50%.

**Commented [ASUS22]:** Penulisan istilah harap diperhatikan

**Commented [ASUS23]:** Oleh siapa?

**Commented [ASUS24]:** Penggunaan literatur kurang tepat dan tidak nyambung dengan pokok bahasan yang dibahas. Awalnya membahas tentang ketersediaan karbon dan energi tetapi tiba2 ada literatur tentang optimalisasi penggunaan  $NH_3$ . Sebaiknya diganti dengan literatur yang lebih tepat dan dapat menampilkan literatur yang menyebutkan angka secara pasti berapa penambahan RAC dari gapek dan tetes.

**Commented [ASUS25]:** Runutannya darimana?

pertumbuhan mikroba rumen (Anggraeny *et al.* 2015). Syafrudin *et al.* (2020) menyatakan bahwa bahan organik dengan TDN tinggi akan menghasilkan energi tinggi yang dimanfaatkan untuk pertumbuhan mikroba di dalam rumen. Saputro *et al.* (2016) nilai TDN berhubungan erat dengan bahan organik yang merupakan gambaran ketersediaan nutrisi dalam pakan yang dapat dicerna. Wajizah *et al.* (2015) tingginya nilai KcBK dan KcBO diduga karena adanya keseimbangan ketersediaan nutrisi untuk menghasilkan pertumbuhan dan aktivitas mikroba rumen yang optimum dalam mencerna pakan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa complete feed dengan level 30% (T3) pelepah sawit difermentasi menghasilkan pencernaan bahan organik terendah. Hal ini selaras dengan hasil analisis KcBK pada perlakuan T3 juga memiliki nilai yang rendah (Tabel 2). Nilai KcBO berhubungan dengan nilai KcBK, karena BO merupakan bagian dari BK, perbedaannya terletak pada kadar abu. Rendahnya nilai pencernaan bahan organik pada perlakuan T3 juga disebabkan kandungan lemak yang tinggi pada formula T3 (Tabel 1) sehingga mempengaruhi lingkungan di dalam rumen (pH). Apabila kadar lemak di dalam pakan terlalu tinggi maka akan timbul pengaruh negatif lemak terhadap degradasi pakan oleh mikroba dalam rumen (Enjalbert *et al.* 2017). Adriani dan Mushawwir (2009), melaporkan bahwa kandungan lemak yang tinggi pada ransum akan merugikan mikroba rumen karena perkembangbiakan mikroba rumen memerlukan pH sekitar 5,8 hingga 6,8, begitu pula pH tinggi akan mengakibatkan terhambatnya aktivitas dari bakteri amilolitik dan selulolitik yang mana bakteri ini hanya akan hidup pada suasana sedikit asam, sehingga mengakibatkan serat kasar dan karbohidrat non struktural yang dicerna juga rendah.

#### **Produksi NH<sub>3</sub> pada Complete Feed Berbasis Pelepah Sawit Fermentasi**

Hasil penelitian menunjukkan bahwa complete feed dengan level 10% pelepah sawit fermentasi menghasilkan produksi NH<sub>3</sub> rumen lebih tinggi ( $P < 0,05$ ) dibanding perlakuan lainnya (Tabel 3) dan masih dalam kisaran normal untuk pertumbuhan mikroba rumen yang optimal. McDonald *et al.* (2010) menyatakan bahwa kisaran normal NH<sub>3</sub> untuk menunjang pertumbuhan mikroba rumen yang optimal yakni 6-21mM. Miguel *et al.* (2021) melaporkan pengaruh penggunaan serat yang berbeda dalam complete feed yang tidak fermentasi menghasilkan

**Commented [ASUS26]:** apakah benar peningkatan kandungan lemak dalam pakan dapat mempengaruhi nilai pH lingkungan rumen dan menyebabkan terhambatnya aktivitas mikroba rumen? Bagaimana mekanisme bahwa lemak dapat mempengaruhi pH rumen dan menghambat aktivitas rumen? Karena Adriani dan Mushawwir (2009) menjelaskan bahwa meningkatnya kandungan mineral bukan lemak dalam ransum, yang cenderung akan menyebabkan pH rumen bersifat basa dan mengakibatkan terhambatnya aktivitas mikroba rumen.

produksi NH<sub>3</sub> sebesar 8,76 mM dan complete feed fermentasi 12,61 mM. Tingginya konsentrasi NH<sub>3</sub> pada complete feed dengan level 10% pelepah sawit fermentasi dibandingkan dengan perlakuan lain disebabkan karena kandungan BO yang tinggi dan pencernaan bahan organik yang tinggi. Faktor-faktor yang mempengaruhi produksi NH<sub>3</sub> adalah kadar protein pakan, kelarutan degradabilitas protein, sumber dan proporsi karbohidrat terlarut. Tingginya protein pakan dapat meningkatkan konsentrasi NH<sub>3</sub> pada ternak ruminansia (Holik *et al.* 2019). Konsentrasi NH<sub>3</sub> yang tinggi menunjukkan protein pakan yang mudah didegrasi oleh mikroba rumen (Despal *et al.* 2011, Hindratiningrum *et al.*, 2011). Hasil penelitian menunjukkan bahwa secara kuantitatif produksi amonia *complete feed* berbasis pelepah sawit cukup untuk mendukung biosintesis protein mikroba rumen, yaitu berkisar 6,48-8,18 mM. Yuan *et al.* (2010) menyatakan untuk pertumbuhan mikroba rumen yang optimal dibutuhkan kosnetrasi NH<sub>3</sub> sebesar 4-21 mM.

Tabel 3. Produksi NH<sub>3</sub>, Biomassa Protein Mikroba dan Produksi Protein Total *Complete Feed* Berbasis Pelepah Sawit Fermentasi

PARAMETER	T0	T1	T2
NH <sub>3</sub> (mM)	6,48 <sup>b</sup> ± 0,79	7,36 <sup>ab</sup> ± 0,61	8,18 <sup>a</sup> ± 1,11
Protein Mikroba (mg/ml)	15,04 ± 2,51	15,75 ± 2,98	12,59 ± 2,75
Protein Total (mg/g)	34,10 <sup>ab</sup> ± 6,81	23,72 <sup>b</sup> ± 6,19	33,72 <sup>ab</sup> ± 4,22

Superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata (P<0,05).

### **Biomassa Protein Mikroba pada *Complete Feed* Berbasis Pelepah Sawit Fermentasi**

Berdasarkan hasil analisis ragam terhadap biomassa protein mikroba didapatkan hasil bahwa pada masing-masing perlakuan mempunyai pengaruh yang sama (Tabel 3). Hasil ini lebih rendah dari hasil penelitian Firsoni dan Yunita (2014) *complete feed* yang mengandung daun *Cehromolaena odorata* mengasilkan biomassa protein berkisar 107,05 -114,21 mg/ml. Sintesis protein mikroba disamping membutuhkan amonia sebagai sumber nitrogen, juga membutuhkan energi, asam amino asal protein pakan yang bermutu sebagai kerangka karbon. Apabila NH<sub>3</sub> berlebih (tersedia dalam jumlah yang cukup) tetapi tidak ada asam

**Commented [ASUS27]:** Pembahasan pada bagian ini belum mampu menjelaskan bagaimana perlakuan *complete feed* berbasis pelepah sawit fermentasi dapat menghasilkan biomassa protein mikroba yang sama padahal produksi NH<sub>3</sub>-nya berbeda?

alpha-keto dan VFA, maka sintesis menjadi asam amino (selanjutnya menjadi peptida dan protein) dan mikroba rumen tidak dapat memanfaatkannya dengan baik sehingga NH<sub>3</sub> rumen tidak bermanfaat akibatnya jumlah sintesis mikroba rendah. Hindratiningrum *et al.* (2011) menyatakan bahwa proses fermentasi dengan produksi protein mikrobia saling ketergantungan. Energi digambarkan sebagai ATP yang diperoleh dari fermentasi anaerobik karbohidrat. Amonia mempunyai peranan yang penting dalam sintesis protein mikrobia sebagai sumber N.

### **Produksi Protein Total pada Complete Feed Berbasis Pelepah Sawit Fermentasi**

Hasil penelitian menunjukkan bahwa produksi protein total pada T3 lebih tinggi dibandingkan dengan T0, T1 dan T2. Protein total adalah gambaran dari protein pakan yang tidak terdegradasi di dalam rumen dan protein mikrobia yang merupakan gambaran protein yang tersedia. Hasil analisis pengukuran produksi protein total complete feed berbasis pelepah sawit yang diperoleh sangat rendah. Hasil penelitian Prayitno *et al.* (2018) konsentrat dengan bersuplemen protein hijauan leguminosa menghasilkan produksi protien total berkisar 126,43-225,80 mg/g. Rendahnya produksi protein total pada penelitian ini diduga disebabkan oleh adanya tingkat degradasi yang tinggi oleh mikrobia rumen menjadi amonia (NH<sub>3</sub>) melalui proses deaminasi. Mikrobia mendegradasi protein dalam rumen tidak mengenal batas, proses degradasi tersebut dapat berlangsung terus walaupun amonia yang dihasilkan sudah cukup memenuhi kebutuhan mikrobia rumen. Tingginya tingkat degradasi protein menjadi amonia menyebabkan semakin rendahnya protein yang lolos degradasi untuk mengalami pencernaan di abomasum dan usus sehingga bypass protein rendah. Prayitno *et al.* (2018), melaporkan bahwa pasokan mikrobia dan protein lolos degradasi merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi jumlah protein total yang terserap di usus halus.

### **KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penggunaan pelepah sawit difermentasi dengan level 20% dalam complete feed dapat menjadi

**Commented [ASUS28]:** Penjelasan ini cenderung bertentangan dengan pembahasan pada produksi NH<sub>3</sub> sebelumnya yang menyebutkan bahwa produksi NH<sub>3</sub> berada pada kisaran normal untuk semua perlakuan. Mungkin bisa diulas dari sisi ketersediaan RUP dan RDP pada bahan pakan yang digunakan.

**Commented [ASUS29]:** Berdasarkan apa penulis menyimpulkan bahwa level 20% menjadi level yg dipilih? Mengapa bisa disimpulkan pada level 20% ?

pakan alternatif sumber serat pengganti rumput, dan dalam pemanfaatannya perlu dilakukan manipulasi dengan ketersediaan sumber kerangka karbon yang memenuhi agar biosintesis mikroba dapat mencapai optimum sesuai harapan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Adriani dan A. Mushawir. 2009. Kadar glukosa darah, laktosa dan produksi susu sapi perah pada berbagai tingkat suplementasi mineral makro. *J. Ind. Trop. Animal Agri.* 34(2):88-96
- Al Qori'ah, Surono dan Sutrisno. 2017. Sintesis protein mikroba dan aktivitas selulolitik akibat penambahan level zeolit sumber nitrogen slow release pada glukosa murni secara in vitro. *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan* 26 (2):1-7.
- Anggraeny Y. N., H. Soetanto, Kusmartono dan Hartutik. 2015. Sinkronisasi suplai protein dan energi dalam rumen untuk meningkatkan efisiensi pakan berkualitas rendah. *Wartazoa.* 25(3):107-116
- Araujo, A.P.C., Venturelli, B.C., Santos, M.C.B., Gardinal, R., Consolo, N.R.B., Calomeni, G.D., Freitas, J.E., Barletta, R.V., Gandra, J.R., Paiva, P.G., and Renno, F.P. 2015. Chitosan affects total nutrient digestion and ruminal fermentation in Nellore steers. *Animal Feed Science and Technology*, 206, 114-118.
- Arora, S. P. 1995. *Pencernaan Mikroba pada Ruminansia*. Gajah Mada University Press, Yogyakarta. (Diterjemahkan oleh R. Murwani).
- Bata. M., dan N. Hidayat. 2010. Penambahan Molases Untuk Meningkatkan Kualitas Amoniasi Jerami Padi dan Pengaruhnya terhadap Produk Fermentasi Rumen Secara In-Vitro. *Agripet*, 10 (2): 27-33
- Departement of Dairy Science. 1996. *General Laboratory Procedures*. University of Winconsin, Madison.
- Despal, I.G. Permana, S.N. Safarina dan A.J. Tatra. 2011. Penggunaan berbagai sumber karbohidrat terlarut air untuk meningkatkan kualitas silase daun rami. *Media Peternakan.* 34 (2):69-76.
- Enjalbert, F., S. Combes, A. Zened and A. Meynadier. 2017. Rumen microbiota and dietary fat: a mutual shaping. *Journal of Applied Microbiology* 123: 782-797
- Firsoni dan R. Yunita. 2014. Uji degradabilitas complete feed yang mengandung daun chromolaena odorata secara in vitro. *Jurnal Peternakan Indonesia.* 16 (2):89-95
- Ginting, P. S. dan P. L. Batubara. 2003. Strategi Penelitian Pakan dan Nutrisi Kambing Potong. *Wartazoa.* 13(1):8-13
- Hindratiningrum, N., M. Bata dan S. A. Santosa. 2011. Produk fermentasi rumen dan produksi protein mikroba sapi lokal yang diberi pakan jerami amoniasi dan beberapa bahan pakan sumber energi. *Agripet*, 11 (2): 29-34.
- Holik, Y.L.A., L. Abdullah dan P.D.M.H. Karti. 2019. Evaluasi nutrisi silase kultivar baru tanaman sorgum (*Sorghum bicolor*) dengan penambahan

**Commented [ASUS30]:** Sebaiknya menggunakan reference manager agar memudahkan untuk pengecekan

<p>legum Indigofera sp. pada taraf berbeda. <i>Jurnal Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan</i>. 17 (2):38–46.</p> <p>Huang, R. L. , Lin, Y. L., Wu, G. Y Li, ., T. J ., Li, L. L ., Yang, C. B. ., Zhang, J., Wang, B. ., Deng, Z. Y., Zhang, Y. G., Tang, Z. R. ., Kang, P. and Guo, Y. M. 2005. Effect of Dietary Oligochitosan Supplementation on Ileal Digestibility of Nutrients and Performance In Broilers. China Agricultural Univ. Press, Beijing, China.</p> <p>Hume, I. D., R. J. Moir and M. Somers. 1970. Synthesis of microbial protein in the rumen. <i>J. Agric. Sci.</i> 21 : 283-295.</p> <p>Mathius, W. I. 2008. Pengembangan sapi potong berbasis industri kelapa sawit. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan Bogor. Pengembangan Inovasi pertanian I (2): 206-224.</p> <p>McDonald P, R. Edwards, J. Greenhalgh, C. Morgan, L. Sinclair dan R. Wilkinson . 2010. <i>Animal Nutrition</i>. 7<sup>th</sup> Ed. London (UK): Pearson Education</p> <p>Miguel, M., L. Mamuad, S. Ramos, M. J. Ku, C. D. Jeong, S. H. Kim, Y. I. Cho l and S. S. Lee. 2021. Effects of using different roughages in the total mixed ration inoculated with or without coculture of <i>Lactobacillus acidophilus</i> and <i>Bacillus subtilis</i> on in vitro rumen fermentation and microbial population <i>Animal Bioscience</i> Vol. 34 (4):642-651</p> <p>Prayitno, R. S., F. Wahyono dan E. Pangestu. 2019. Pengaruh suplementasi sumber protein hijauan leguminosa terhadap produksi ammonia dan protein total ruminal secara in vitro. <i>Jurnal Peternakan Indonesia</i>. 20 (2): 116-123</p> <p>Rahayu R. I., A. Subrata, dan J. Achmadi. 2018. Fermentabilitas Ruminal In Vitro pada Pakan Berbasis Jerami Padi Amoniasi dengan Suplementasi Tepung Bonggol Pisang dan Molases. <i>Jurnal Peternakan Indonesia</i>. Vol. 20 (3): 166-174</p> <p>Santoso, B dan B. T. Hariadi. 2009. Evaluation of nutritive value and in vitromethane production of feedstuffs from agricultural and food industry by products. <i>J. Indonesia Trop. Anim. Agric.</i> 34 (3): 189-195.</p> <p>Saputro, T. S. D. Widyawati dan Suharto. 2016. Evaluasi nutrisi perbedaan rasio dedak padi dan ampas bir ditinjau dari nilai TDN ransum domba lokal jantan. <i>Jurnal Sains Peternakan</i>. 14 (1): 27 - 35.</p> <p>Saripudin, A., S.Nurpauza, B. Ayuningsi , I. Hernaman dan A. R.Tarmidi. 2019. Fermentabilitas dan Kecernaan Ransum Domba yang Mengandung Limbah Roti secara In Vitro. <i>Agripet: Vol</i> (19). No. 2: 85-90.</p> <p>Suwandyastuti , Rimbawanto dan N. Iriyanti. 2010. Pengaruh Imbangan Jerami Padi, Dedak Padi dan Onggok Terfermentasi terhadap Kecernaan dan Produk Fermentasi Rumen Secara In Vitro. <i>Agripet</i>, 10 (2): 59-63.</p> <p>Syafrudin, A. I., E. Pangestu dan M. Christiyanto. 2020. Nilai total digestible nutrient pada bahan pakan by- product industri pertanian sebagai pakan kambing yang diuji secara in vitro. <i>Jurnal Sain Peternakan Indonesia</i>. 15 (3): 302-307</p> <p>Tilley, J.M.A. dan R.A. Terry. 1963. A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops. <i>J. Br. Grsld. Soc.</i> 18: 104 – 111.</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p>Wajizah, S., , Samadi, Y. Usman , dan E. Mariana. 2015. Evaluasi Nilai Nutrisi dan Kecernaan <i>In Vitro</i> Pelepah Kelapa Sawit (Oil Palm Fronds) yang Difermentasi Menggunakan <i>Aspergillus niger</i> dengan Penambahan Sumber Karbohidrat yang Berbeda. <i>Agripet</i> : Vol (15) No. 1 : 13-19</p> <p>Yuan, Z. Q., S. X. Tang, B. Zeng, M. Wang, Z. L. Tan, Z. H. Sun, C. S. Zhou, X F Han, and M. A. Bamikole. 2010. Effects of dietary supplementation with alkyl polyglycoside, a nonionic surfactant, on nutrient digestion and ruminal fermentation in goats. <i>J. Anim. Sci.</i> 88: 3984-3991.</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Revisi 1

## Kecernaan, Fermentabilitas dan Produksi Protein Mikroba Secara *In Vitro* pada *Complete Feed* Berbasis Pelepah Sawit Fermentasi

### (Digestibility, Fermentability And In-Vitro Production of Microbial Protein on Complete Feed Based on Fermented Palm Frond)

**ABSTRAK.** Penelitian bertujuan untuk mengetahui kualitas complete feed dengan level pelepah sawit difermentasi berdasarkan kecernaan bahan kering, bahan organik, produksi NH<sub>3</sub>, produksi VFA dan produksi biomassa protein mikroba serta protein total secara *in vitro*. Materi yang digunakan adalah complete feed tersusun atas konsentrat dan pelepah sawit difermentasi dengan berbagai level yaitu 0, 10, 20 dan 30%. Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan complete feed dengan level pelepah sawit fermentasi. Data diolah menggunakan sidik ragam yang dilanjutkan dengan uji beda wilayah ganda Duncan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa complete feed dengan level pelepah sawit difermentasi berpengaruh nyata ( $p < 0,05$ ) terhadap kecernaan bahan kering dan bahan organik, produksi NH<sub>3</sub>, produksi Volatile Fatty Acids (VFA), dan produksi protein total, sedangkan pada biomassa protein mikroba tidak terdapat perbedaan yang nyata ( $p > 0,05$ ). Rata-rata nilai kecernaan bahan kering pada perlakuan T0, T1, T2 dan T3 adalah 69,59; 71,9; 69,05; dan 62,58%. Rata-rata nilai kecernaan bahan organik pada perlakuan T0, T1, T2 dan T3 adalah 63,59; 63,15; 65,50; 52,66 %. Rata-rata produksi VFA pada perlakuan T0, T1, T2 dan T3 sebesar 105,8; 142,7; 136,4; dan 135,7 mM. Rata-rata produksi NH<sub>3</sub>, biomassa protein mikroba dan produksi protein total pada perlakuan T0, T1, T2 dan T3 berturut-turut adalah (6,48mM; 15,04mg/ml; 34,10mg/g), (7,36mM; 15,75mg/ml; 23,72mg/g), (8,18mM; 12,59mg/ml; 33,72mg/g), (6,60mM; 15,31mg/ml; 40,80mg/g). Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan bahwa penggunaan pelepah sawit difermentasi dengan level 20% dalam pakan komplit menghasilkan produksi VFA, kecernaan bahan kering dan bahan organik yang cukup baik sehingga dapat menjadi pakan alternatif sumber serat pengganti rumput.

**Kata kunci :** *complete feed*, kecernaan, NH<sub>3</sub>, VFA, mikroba, *in vitro*.

**ABSTRACT.** The aim of this study was to determine the quality of a complete feed containing fermented palm fronds based on the digestibility of dry matter, organic matter, NH<sub>3</sub>, VFA, microbial protein biomass, and total protein *in vitro*. The material used complete feed composed of concentrates and fermented palm fronds at various levels, i.e., 0, 10, 20 and 30%. The experiment was set as a completely randomized design (CRD) involving 4 complete feeds containing different levels of fermented palm fronds. The data were processed using analysis of variance, followed by Duncan's multiple test. The results demonstrated that the complete feed with different levels of fermented palm fronds had a significant effect ( $p < 0,05$ ) on the digestibility of dry matter and organic matter, NH<sub>3</sub> production, essential fatty acids production and total protein production, whereas there was no significant ( $p > 0,05$ ) difference in microbial protein biomass. The average dry matter digestibility values for T0, T1, T2 and T3 groups were 69.59; 71.9; 69.05; and 62.58%, respectively. The average value of the digestibility of organic matter for T0, T1, T2 and T3 treatments was 63.59; 63.15; 65.50; 52.66%. The average production of essential fatty acids in T0, T1, T2 and T3 groups was 105.8; 142.7; 136.4; and 135.7 mM. The average NH<sub>3</sub> production, microbial protein biomass and total protein production in the T0, T1, T2 and T3 treatments were 6.48, 7.36, 8.18, 6.60 mM; 15.04, 15.31 mg/ml; 34.10, 23.72, 33.72, 40.80 mg/g. It was concluded that using fermented palm fronds at a 20% level in complete feed resulted in the production of

essential fatty acids, improved digestibility of dry matter and organic matter, and that it could be used as a grass replacement fiber alternate feed supply.

**Key words:** complete feed, digestibility, NH<sub>3</sub>, VFA, microbial, in vitro.

## PENDAHULUAN

Pelepah sawit merupakan produk samping hasil industri perkebunan, dengan potensi dan produksi yang cukup melimpah mencapai 40 hingga 50 pelepah/pohon/tahun. Perkebunan kelapa sawit di Indonesia seluas 12,76 juta ha pada tahun 2018 dengan produksi bahan kering pelepah yang tersedia untuk dimanfaatkan mencapai 36.594.813 ton/tahun. Jumlah pelepah sawit yang dihasilkan cukup banyak dan ditinjau dari kandungan nutrien, pelepah sawit sangat potensial digunakan sebagai sumber atau pengganti pakan hijauan yang umum diberikan sebagai bahan pakan. Komposisi nutrien pelepah sawit adalah 26,07% bahan kering, 3,07% protein kasar, 50,94% serat kasar, 1,07% lemak kasar, 39,82% bahan ekstrak tanpa nitrogen, 5,10% abu, 0,96% Ca, 0,08% P dan energi bruto 4,841 kkal/kg (Mathius, 2008). Pelepah sawit bertekstur keras, mengandung serat kasar dan lignin yang tinggi dan memiliki kandungan NDF 86% dan ADF 74%, sehingga diperlukan teknologi untuk meningkatkan kualitas pelepah sawit.

Fermentasi dapat diterapkan dengan memanfaatkan mikroorganisme dari rumen ternak  
Fermentasi dapat diterapkan dengan memanfaatkan mikroorganisme dari rumen ternak ruminansia yang dapat menghasilkan enzim pendegradasi serat. Isolasi mikroba pencerna serat dari rumen kerbau didasari atas kemampuannya dalam memanfaatkan pakan menjadi lebih efisien dibandingkan sapi. Hal tersebut terkait dengan tingginya jumlah total bakteri dan persentase mikroba selulolitik dari rumen kerbau dibanding sapi yaitu sebanyak  $3.3 \times 10^9$  CFU/ml (Wanapat *et al.*, 2009a), sedangkan sapi sebanyak  $2.7 \times 10^8$  CFU/ml (Wanapat *et al.*, 2009b). Penggunaan mikrobia pencerna serat dari rumen kerbau sebagai isolate pada fermentasi pelepah sawit dan pemanfaatannya sebagai bahan pakan menarik untuk dikaji. Pemanfaatan pelepah sawit fermentasi sebagai pakan dapat dikombinasikan dengan bahan pakan konsentrat, sehingga terbentuk *complete feed* yang merupakan pakan lengkap dengan kandungan nutrien yang seimbang dan esensial bagi ternak guna mendukung produktivitas ternak baik untuk hidup pokok maupun untuk produksi (Santoso dan Hariadi, 2009).

Kualitas nutrisi *complete feed* berbasis pelepah sawit fermentasi dapat diketahui dengan menguji fermentabilitas dan kecernaannya di dalam rumen secara *in vitro*. Fermentabilitas pakan mencerminkan tingkat degradabilitas pakan di dalam rumen. Konsentrasi VFA

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Italic

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Italic

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt

menggambarkan banyaknya bahan organik ransum yang mudah didegradasi oleh mikroba rumen.

Jumlah VFA yang terbentuk dipengaruhi oleh pencernaan serta kualitas ransum yang difermentasi. VFA dibentuk dari proses perombakan serat kasar oleh mikroorganismenya, sehingga kandungan serat kasar pada ransum akan sangat berpengaruh pada VFA yang terbentuk (Hapsari *et al.*, 2018).

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt

Formatted: Font: Italic

Konsentrasi N-NH<sub>3</sub> merupakan salah satu indikator untuk mengetahui fermentabilitas protein pakan, aktivitas mikroba dan populasi mikroba rumen (Rahayu *et al.*, 2018). Meningkatnya N-NH<sub>3</sub> yang disertai dengan ketersediaan kerangka karbon (VFA) akan menyebabkan sintesis protein mikrobia juga meningkat. Peningkatan populasi mikrobia di dalam rumen akan berdampak pada peningkatan degradasi dan pencernaan pakan. Sintesis protein mikrobia yang optimal membutuhkan suplai nitrogen dan asam organik. Suplai nitrogen berasal dari produksi amonia, sedangkan asam organik terpenuhi dari produksi VFA yang merupakan hasil fermentasi karbohidrat (Al Qori'ah *et al.*, 2017).

Pengujian fermentabilitas secara *in vitro* selain untuk mengetahui konsentrasi NH<sub>3</sub> juga dapat digunakan untuk mengukur produksi protein total yang merupakan gabungan dari protein pakan yang lolos dari degradasi rumen dan protein mikrobia. Meningkatnya produksi VFA dan N-NH<sub>3</sub> akibat peningkatan pencernaan bahan organik akan meningkatkan sintesis protein mikroba (Al Qori'ah *et al.*, 2017), sehingga produksi protein total akan meningkat.

Commented [ASUS31]: Gunakan dan atau tambahkan literatur yang lebih baru.

Penelitian bertujuan untuk mengkaji pencernaan dan fermentabilitas complete feed berbasis pelepah sawit fermentasi secara *in vitro*. Hipotesis penelitian adalah peningkatan fermentabilitas complete feed akan diikuti dengan peningkatan pencernaan dan produksi protein mikrobia.

## MATERI DAN METODE

### Waktu dan lokasi penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Maret – September 2019 di laboratorium Ilmu Nutrisi dan Pakan, Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro Semarang. Uji perubahan struktur jaringan dilakukan di Laboratorium Terpadu, Universitas Diponegoro.

### Materi penelitian

Materi yang digunakan adalah complete feed tersusun atas konsentrat dan pelepah sawit difermentasi dengan berbagai level yaitu 0, 10, 20 dan 30%. Konsentrat tersusun

atas bungkil kelapa sawit, gaplek, bungkil biji kapuk, tetes, minyak sawit, urea, mineral mix dan garam dengan kandungan PK  $\pm 12\%$  dan TDN  $\pm 65\%$ .

### Metode penelitian

Pelaksanaan penelitian terdiri dari 3 tahap yaitu 1) pengolahan pelepah sawit fermentasi; 2) formulasi dan pembuatan complete feed; 3) evaluasi biologis secara *in vitro* yang meliputi fermentabilitas (produksi  $\text{NH}_3$  dan VFA), degradabilitas (KcBK dan KcBO) dan produksi biomassa protein mikrobia serta produksi protein total.

Tahap pertama, pengolahan pelepah sawit fermentasi. Pelepah sawit difermentasi secara anaerob dengan isolat mikrobia pencerna serat dari rumen kerbau sebanyak 1% (ml inokulum / g BK), hasil fermentasi pelepah sawit digunakan untuk menyusun complete feed. Tahap kedua yaitu formulasi dan pembuatan complete feed. Formulasi complete feed menggunakan level pelepah sawit fermentasi yang berbeda-beda yaitu 0, 10, 20, dan 30% berdasarkan bahan kering. Complete feed disusun dengan kandungan PK  $\pm 12\%$  dan TDN  $\pm 65\%$ . Formula complete feed dengan level pelepah sawit difermentasi disajikan pada Tabel 1.

Tahap ketiga yaitu uji fermentabilitas dan degradabilitas secara *in vitro*, yang meliputi produksi  $\text{NH}_3$ , produksi VFA, pencernaan bahan kering dan bahan organik, produksi biomassa mikrobia dan protein total.

Analisis pencernaan bahan kering dan organik menggunakan teknik Tilley dan Terry (1963). Metode tersebut terbagi menjadi dua bagian, yaitu pencernaan fermentatif dan pencernaan proteolitik. Masing-masing sampel sebanyak 0,55 gram yang telah ditimbang dimasukkan dalam tabung fermentor. Kemudian ditambahkan larutan penyangga McDougall sebanyak 40 ml dan cairan rumen domba 10 ml, untuk blanko tidak menggunakan sampel hanya larutan penyangga serta cairan rumen saja.

Tabel 1. Formulasi Ransum *Complete Feed* dengan Menggunakan Level Pelepah Sawit Fermentasi (%)

Bahan Pakan	T0	T1	T2	T3
Pelepah Sawit Fermentasi	0	10	20	30
Bungkil Kelapa Sawit	20	20	25	50
Gaplek	12	35	35	12,3
Dedak Padi Kasar	23	23	6	0
Bungkil Biji Kapuk	14	8,3	10	3,4
Tetes	0,7	2	2,1	1
Minyak	0,1	0,2	0,5	2,5
Urea	0	1,2	1,2	0,6
Mineral	0,1	0,1	0,1	0,1
Garam	0,1	0,2	0,1	0,1
Rumput Lapang	30	0	0	0

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt

Total	100	100	100	100
PK (%)	11,98	12,31	12,44	12,08
TDN (%)	64,57	65,18	65,04	64,70
SK (%)	25,56	19,98	21,04	26,02
BETN (%)	48,17	54,62	52,32	40,48

Selanjutnya tabung tersebut diinkubasi selama 48 jam di dalam waterbath, setiap 6 jam sekali dilakukan penggojogan. Setelah 48 jam pencernaan fermentasi dihentikan, isi dari tabung fermentasi kemudian di sentrifus dengan kecepatan 3000 rpm selama 10 menit guna memisahkan endapan dan cairan. Dilanjutkan pencernaan proteolitik, cairan dibuang dan endapan yang tersisa ditambahkan pepsin HCl sebanyak 50 ml dan dimasukkan kembali dalam waterbath selama 48 jam, setiap 6 jam sekali dilakukan penggojogan. Setelah 48 jam dilakukan penyaringan dengan pompa vacum pada kertas saring Whatman 41. Residu yang telah tersaring kemudian dioven selama 12 jam pada suhu 105°C. Setelah 12 jam diambil dan dimasukkan eksikator selama 15 menit, kemudian ditimbang. Kecernaan bahan kering dihitung dengan rumus :

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

dimana,

BK = bahan kering,

KcBK = kecernaan bahan kering

Penentuan kecernaan bahan organik dilakukan dengan memasukkan residu sampel ke cawan porselin, kemudian dimasukkan dalam tanur selama 6 jam pada suhu 600°C. Selanjutnya dihitung kadar bahan organiknya, didapat dari %BK dikurangi kadar abu. Kecernaan bahan organik dihitung dengan rumus sebagai berikut:

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

dimana,

BO = bahan organik,

KcBO = kecernaan bahan organik

Kadar VFA total diukur dengan metode destilasi uap (Dept. Dairy Sci., 1996). Supernatan yang diperoleh, ditampung dan ditambahkan 1 ml larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 15%, kemudian ditutup dengan rapat. VFA ditampung hingga 300 mL menggunakan erlemeyer yang berisi NaOH 0,5 N 5 mL. Dua tetes phenolphthalein telah ditambahkan, kemudian larutan HCl 0,5 N digunakan sebagai titrator, hingga larutan menjadi bening. Konsentrasi VFA ditentukan

dengan formula berikut :

$$\text{VFA} = (Y-Z) \times N \text{ HCl} \times 1000/5 \text{ mM}$$

Y : ml HCl yang dibutuhkan untuk titrasi blanko

Z : ml HCl yang dibutuhkan untuk titrasi hasil destilasi

Produksi  $\text{NH}_3$  ditentukan dengan teknik Mikrodifusi Conway (Dept. Dairy Sci., 1996). Sebanyak satu (1) ml supernatan yang diperoleh pada inkubasi selama 3 jam, diletakkan sebelah kiri sekat conway dan 1 ml larutan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  jenuh ditempatkan pada sekat sebelah kanan. Cawan kecil di bagian tengah diisi dengan asam borat jenuh berindikator methil merah dan brom kresol hijau sebanyak 1 ml. Kemudian ditutup rapat dengan tutup bervaselin lalu digoyang beberapa menit sehingga supernatan bercampur dengan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . Biarkan selama 24 jam pada suhu kamar. Amonia yang terikat dengan asam borat dititrasi dengan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,0055 N sampai warna berubah kemerah-merahan. Kadar N- $\text{NH}_3$  dihitung dengan rumus berikut :

$$\text{NH}_3 = (\text{ml Titran} \times \text{NH}_2\text{SO}_4 \times 1000) \text{ mM}$$

Nilai protein total diukur menggunakan metode kjeldahl. Prosedur untuk mengetahui protein total adalah sampel *complete feed* ditimbang sebanyak 0,55-0,56 g dan dicampur dengan cairan rumen sebanyak 10 ml dan larutan *McDougall* 40 ml. Diinkubasi pada *waterbath* dan diinkubasi selama 3 jam. Sepuluh (10) ml campuran diendapkan dengan 20 ml campuran TCA 20% dan SSA 2%. Dilakukan sentrifuge pada 3000 rpm selama 20 menit dan penyaringan dengan kertas saring yang telah dioven selama 1 jam pada suhu 105°C. Endapan dan kertas saring dioven pada suhu 105°C selama 5-6 jam kemudian ditimbang beratnya. Endapan dan kertas saring dimasukkan dalam labu destruksi ditambah katalisator selen 1 g dan asam sulfat pekat teknis 15 ml kemudian dilakukan destruksi sampai warna hijau jernih dalam almari asam. Sampel yang telah didestruksi dimasukkan ke dalam labu destilasi dan ditambahkan 50 ml aquadest dan 40 ml NaOH 45%. Destilasi dilakukan dengan menggunakan penangkap  $\text{H}_3\text{BO}_3$  4% 20ml dan diberi 2 tetes indikator MR MB. Destilasi dilakukan sampai penangkap berubah warna dari ungu menjadi hijau. Hasil destilasi dititrasi dengan HCl 0,1 N sampai warna ungu. Produksi protein total dihitung dengan rumus :

$$\text{Protein} = \frac{\{(\text{ml HCl titran} - \text{ml HCl Blanko}) \times N - \text{HCl} \times 14 \times 6,25\}}{\text{bb sampel}} \text{ mg/g}$$

Nilai protein mikrobial diukur dengan metode lowry. Pengukuran biomassa protein mikroba dilakukan dengan cara mencampur 1 ml filtrat enzim dengan 1 ml reagen Lowry D, kemudian dicampur dan diinkubasi dalam suhu kamar selama 15 menit. Selanjutnya ditambahkan 3 ml larutan Lowry E lalu digojog dan diinkubasi dalam suhu kamar selama 45

**Commented [ASUS32]:** Perlu dicek kembali untuk penulisan bakunya.

menit. Kemudian diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 540 nm.

### Analisis data

Data fermentabilitas dan pencernaan nutrisi yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis ragam, dan apabila terdapat pengaruh nyata perlakuan dilanjutkan uji jarak berganda Duncan. Analisis data dilakukan dengan menggunakan program SPSS Versi 24.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Produksi VFA (VFA), Kecernaan Bahan Kering dan Bahan Organik

Rangkuman hasil penelitian complete feed dengan level pelepah sawit difermentasi ditinjau dari produksi VFA, kecernaan bahan kering dan bahan organik ditunjukkan pada Tabel 2.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan pelepah sawit dalam complete feed dapat meningkatkan kinerja mikrobial rumen dalam melakukan fermentasi ransum. Hal ini ditunjukkan dari konsentrasi VFA pada complete feed dengan penambahan pelepah sawit terfermentasi lebih tinggi ( $P < 0,05$ ) dibanding tanpa pelepah sawit. Peningkatan VFA menunjukkan bahwa mikroba terutama bakteri di dalam cairan rumen mampu mendegradasi sumber karbohidrat ransum menjadi glukosa (Huang *et al.*, 2005; Adriani dan Mushawwir, 2008; Hendratinigrum *et al.*, 2011, Araujo *et al.*, 2015), selanjutnya menghasilkan VFA dengan volume yang cukup tinggi.

Tabel 2. Rangkuman Hasil Produksi VFA (VFA), Kecernaan Bahan Kering dan Bahan Organik Complete feed Secara *In vitro*

PARAMETER	T0	T1	T2	T3
VFA (mM)	105,8 <sup>b</sup> ± 2,81	142,7 <sup>a</sup> ± 2,84	136,4 <sup>a</sup> ± 2,51	135,7 <sup>a</sup> ± 1,63
KCBK (%)	69,59 <sup>b</sup> ± 2,36	71,9 <sup>a</sup> ± 2,90	69,05 <sup>b</sup> ± 4,25	62,58 <sup>c</sup> ± 2,54
KCBO (%)	63,59 <sup>b</sup> ± 2,21	63,15 <sup>b</sup> ± 2,40	65,50 <sup>a</sup> ± 2,07	52,66 <sup>c</sup> ± 2,38

Superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan adanya perbedaan nyata ( $p < 0,05$ )

Keterangan :

KcBK : Kecernaan Bahan Kering, KcBO : Kecernaan Bahan Organik,

VFA : *Volatile Fatty Acids*

Tingginya produksi VFA pada perlakuan T1 diduga disebabkan oleh bahan pakan penyusunnya yang mudah difermentasi seperti gaplek, dedak padi dan tetes dalam jumlah yang cukup besar (Tabel 1). Hasil yang sama juga dilaporkan oleh Hendratinigrum *et al.* (2011) yang melaporkan bahwa konsentrasi VFA total yang tinggi pada sapi yang diberi tambahan onggok basah, dikarenakan fermentabilitas dari onggok basah lebih tinggi

dibandingkan dengan yang lainnya sehingga mudah diubah menjadi asam selama proses fermentasi. Peningkatan produk fermentasi karbohidrat berupa VFA seiring dengan meningkatnya penggunaan sumber karbohidrat dalam ransum, menunjukkan adanya hubungan paralel dengan KcBK maupun KCBO. (Syarifudin *et al.*, 2019)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa complete feed dengan level 10% pelepah sawit difermentasi (T1) menghasilkan kecernaan bahan kering tertinggi. Tingginya kecernaan bahan kering pada perlakuan T1 ini disebabkan oleh kandungan BETN yang lebih tinggi dan SK yang lebih rendah (Tabel 1). Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Swandyastuti *et al.* (2010) yang melaporkan bahwa peningkatan dedak dan onggok fermentasi dalam ransum akan meningkatkan nilai nutrisi dari ransum dan meningkatkan nilai kecernaan bahan kering ransum.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa complete feed dengan level 30% (T3) pelepah sawit difermentasi menghasilkan kecernaan bahan kering terendah yaitu, sebesar 62,58%.

Hal ini merupakan akibat dari tingginya penggunaan serat dalam complete feed yang divalidasi dengan adanya penggunaan pelepah sawit difermentasi sebanyak 30% dan bungkil kelapa sawit sebanyak 50%.

Hasil penelitian Syafrudin *et al.* (2020), melaporkan bahwa bahan *by produk industry* Hasil

penelitian Syafrudin *et al.* (2020), melaporkan bahwa bahan *by produk industry* pertanian berupa bungkil sawit mempunyai kecernaan bahan kering dan bahan organik terendah yaitu 21,41% dan 22,11% dari bahan *by produk* lainnya yang berupa kulit kopi, janggél, ampas tahu, bungkil kedelai, bungkil kepala dan onggok.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa complete feed dengan level 20% pelepah sawit difermentasi (T2) menghasilkan kecernaan bahan organik tertinggi ( $P < 0,05$ ). Tingginya kecernaan bahan organik pada perlakuan T2 diduga dipengaruhi oleh kandungan PK, TDN dan BETN yang relative tinggi dan kandungan serat kasar yang relative rendah (Tabel 1). Penambahan *readily available carbohydrate* (RAC) seperti gaplek dan tetes dalam formulasi ransum akan meningkatkan ketersediaan kerangka karbon dan energi bagi mikrobia rumen. Penambahan karbohidrat dalam pakan akan meningkatkan aktivitas metabolisme mikroba, laju pertumbuhan mikroba dan laju degradasi substrat oleh mikroba rumen. Volatile Fatty Acids (VFA) hasil degaradasi karbohidrat merupakan sumber energi utama ternak ruminansia dan berperan sebagai kerangka karbon bagi pembentukan protein mikroba (Rahayu *et al.*, 2018). Menurut Wijayanti (2012) tinggi rendahnya konsentrasi VFA

**Commented [ASUS33]:** Sebaiknya diganti dengan kalimat berikut:  
Hal ini merupakan akibat dari tingginya penggunaan serat dalam complete feed yang divalidasi dengan adanya penggunaan pelepah sawit difermentasi sebanyak 30% dan bungkil kelapa sawit sebanyak 50%.

**Formatted:** Font: Italic

**Formatted:** Font color: Red

**Formatted:** Font color: Text 1

**Formatted:** Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Font color: Text 1

**Formatted:** Font color: Text 1

**Formatted:** Font: Italic, Font color: Text 1

**Formatted:** Font color: Text 1

**Formatted:** Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Font color: Text 1

**Formatted:** Font: (Default) Times New Roman, 12 pt

dipengaruhi oleh tingkat fermentabilitas pakan, jumlah karbohidrat yang mudah larut, serta jenis bakteri yang ada di dalam rumen. Karbohidrat non struktural (pati, pektin, dan gula sederhana) sangat cepat difermentasi dibandingkan dengan karbohidrat non struktural (selulosa, hemiselulosa dan lignin).

Tingginya kecernaan juga menunjukkan adanya penyediaan *rumen degradable protein*

Tingginya kecernaan juga menunjukkan adanya penyediaan *rumen degradable protein*

Tingginya kecernaan juga menunjukkan adanya penyediaan *rumen degradable protein*

Tingginya kecernaan juga menunjukkan adanya penyediaan *rumen degradable protein*

kecernaan juga menunjukkan adanya penyediaan *rumen degradable protein* (RDP) dan energi dalam bentuk *readily available carbohydrate* (RAC) yang cukup untuk pertumbuhan mikroba rumen (Anggraeny *et al.* 2015). Syafrudin *et al.* (2020) menyatakan bahwa bahan organik dengan TDN tinggi akan menghasilkan energi tinggi yang dimanfaatkan untuk pertumbuhan mikroba di dalam rumen. Saputro *et al.* (2016) nilai TDN berhubungan erat dengan bahan organik yang merupakan gambaran ketersediaan nutrisi dalam pakan yang dapat dicerna. Wajizah *et al.* (2015) tingginya nilai KcBK dan KcBO diduga karena adanya keseimbangan ketersediaan nutrisi untuk menghasilkan pertumbuhan dan aktivitas mikroba rumen yang optimum dalam mencerna pakan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa complete feed dengan level 30% (T3) pelepah sawit difermentasi menghasilkan kecernaan bahan organik terendah. Hal ini selaras dengan hasil analisis KcBK pada perlakuan T3 juga memiliki nilai yang rendah (Tabel 2). Nilai KcBO berhubungan dengan nilai KcBK, karena BO merupakan bagian dari BK, perbedaannya terletak pada kadar abu. Rendahnya nilai kecernaan bahan organik pada perlakuan T3 juga disebabkan kandungan lemak yang tinggi pada formula T3 (Tabel 1) sehingga mempengaruhi lingkungan di dalam rumen (pH). Apabila kadar lemak di dalam pakan terlalu tinggi maka akan timbul pengaruh negatif lemak terhadap degradasi pakan oleh mikroba dalam rumen (Enjalbert *et al.* 2017). Lemak di dalam rumen menyebabkan menurunnya jumlah protozoa (defaunasi). Hal ini disebabkan protozoa tidak memiliki daya lipolisis, akibatnya pada kondisi banyak lemak di rumen maka aktivitas metabolisme protozoa terganggu dan akhirnya protozoa tidak mampu bertahan hidup (Puastuti, 2009).

**Commented [ASUS34]:** Oleh siapa?

**Commented [ASUS35]:** Penggunaan literatur kurang tepat dan tidak nyambung dengan pokok bahasan yang dibahas. Awalnya membahas tentang ketersediaan karbon dan energi tetapi tiba2 ada literatur tentang optimalisasi penggunaan NH3. Sebaiknya diganti dengan literatur yang lebih tepat dan dapat menampilkan literatur yang menyebutkan angka secara pasti berapa penambahan RAC dari gaplek dan tetes.

**Commented [ASUS36]:** Runutannya darimana?

**Commented [ASUS37]:** apakah benar peningkatan kandungan lemak dalam pakan dapat mempengaruhi nilai pH lingkungan rumen dan menyebabkan terhambatnya aktivitas mikroba rumen? Bagaimana mekanisme bahwa lemak dapat mempengaruhi pH rumen dan menghambat aktivitas rumen? Karena Adriani dan Mushawwir (2009) menjelaskan bahwa meningkatnya kandungan mineral **bukan lemak** dalam ransum, yang cenderung akan menyebabkan pH rumen bersifat basa dan mengakibatkan terhambatnya aktivitas mikroba rumen.

### Produksi NH<sub>3</sub> pada Complete Feed Berbasis Pelepah Sawit Fermentasi

Hasil penelitian menunjukkan bahwa complete feed dengan level 10% pelepah sawit fermentasi menghasilkan produksi NH<sub>3</sub> rumen lebih tinggi ( $P < 0,05$ ) dibanding perlakuan lainnya (Tabel 3) dan masih dalam kisaran normal untuk pertumbuhan mikrobia rumen yang optimal. McDonald *et al.* (2010) menyatakan bahwa kisaran normal NH<sub>3</sub> untuk menunjang pertumbuhan mikroba rumen yang optimal yakni 6-21mM. Miguel *et al* (2021) melaporkan pengaruh penggunaan serat yang berbeda dalam complete feed yang tidak fermentasi menghasilkan produksi NH<sub>3</sub> sebesar 8,76 mM dan complete feed fermentasi 12,61 mM. Tingginya konsentrasi NH<sub>3</sub> pada complete feed dengan level 10% pelepah sawit fermentasi dibandingkan dengan perlakuan lain disebabkan karena kandungan BO yang tinggi dan pencernaan bahan organik yang tinggi. Faktor-faktor yang mempengaruhi produksi NH<sub>3</sub> adalah kadar protein pakan, kelarutan degradabilitas protein, sumber dan proporsi karbohidrat terlarut. Tingginya protein pakan dapat meningkatkan konsentrasi NH<sub>3</sub> pada ternak ruminansia (Holik *et al.* 2019). Konsentrasi NH<sub>3</sub> yang tinggi menunjukkan protein pakan yang mudah didegrasi oleh mikroba rumen (Despal *et al.* 2011, Hindratinigrum *at al.*, 2011). Hasil penelitian menunjukkan bahwa secara kuantitatif produksi amonia complete feed berbasis pelepah sawit cukup untuk mendukung biosintesis protein mikrobia rumen, yaitu berkisar 6,48-8,18 mM. Yuan *et al.* (2010) menyatakan untuk pertumbuhan mikrobia rumen yang optimal dibutuhkan kosnetrasi NH<sub>3</sub> sebesar 4-21 mM.

Tabel 3. Produksi NH<sub>3</sub>, Biomassa Protein Mikroba dan Produksi Protein Total Complete Feed Berbasis Pelepah Sawit Fermentasi

PARAMETER	T0	T1	T2	T3
NH <sub>3</sub> (mM)	6,48 <sup>b</sup> ± 0,79	7,36 <sup>ab</sup> ± 0,61	8,18 <sup>a</sup> ± 1,11	6,60 <sup>b</sup> ± 0,96
Protein Mikroba (mg/ml)	15,04 ± 2,51	15,75 ± 2,98	12,59 ± 2,75	15,31 ± 2,63
Protein Total (mg/g)	34,10 <sup>ab</sup> ± 6,81	23,72 <sup>b</sup> ± 6,19	33,72 <sup>ab</sup> ± 4,22	40,80 <sup>a</sup> ± 6,32

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

### Biomassa Protein Mikroba pada Complete Feed Berbasis Pelepah Sawit Fermentasi

Berdasarkan hasil analisis ragam terhadap biomassa protein mikroba didapatkan hasil bahwa pada masing-masing perlakuan mempunyai pengaruh yang sama (Tabel 3). Hasil ini lebih rendah dari hasil penelitian Firsoni dan Yunita (2014) complete feed yang mengandung daun *Cehromolaena odorata* mengasilkan biomassa protein berkisar 107,05 -114,21 mg/ml.

Protein mikroba pada penelitian ini tidak menunjukkan pengaruh nyata, walaupun NH<sub>3</sub> dan VFA yang dihasilkan menunjukkan adanya perbedaan yang nyata (P<0.05). Hal ini disebabkan oleh ketersediaan nutrient telah mencukupi untuk sintesis protein mikrobia yang optimal. Populasi mikroba rumen yang tidak berbeda nyata, diduga karena produk fermentasi berupa asam lemak terbang dan ammonia dalam kondisi normal (Hidayat *et al.*,2021). Pertumbuhan mikroba rumen yang optimal membutuhkan nitrogen amonia 3.65–7.30 mM/1 cairan rumen (Suwandiyastuti *et al.*, 2010). Sintesis protein mikroba disamping membutuhkan amonia sebagai sumber nitrogen, juga membutuhkan energi, asam amino asal protein pakan yang bermutu sebagai kerangka karbon. Apabila NH<sub>3</sub> berlebih (tersedia dalam jumlah yang cukup) tetapi tidak ada asam alpha-keto dan VFA, maka sintesis menjadi asam amino (selanjutnya menjadi peptida dan protein) dan mikroba rumen tidak dapat memanfaatkannya dengan baik sehingga NH<sub>3</sub> rumen tidak bermanfaat akibatnya jumlah sintesis mikroba rendah. Hindratiningrum *et al.* (2011) menyatakan bahwa proses fermentasi dengan produksi protein mikrobia saling ketergantungan. Energi digambarkan sebagai ATP yang diperoleh dari fermentasi anaerobik karbohidrat. Amonia mempunyai peranan yang penting dalam sintesis protein mikrobia sebagai sumber N.

#### **Produksi Protein Total pada *Complete Feed* Berbasis Pelepah Sawit Fermentasi**

Hasil penelitian menunjukkan bahwa produksi protein total pada T3 lebih tinggi dibandingkan dengan T0, T1 dan T2. Protein total adalah gambaran dari protein pakan yang tidak terdegradasi di dalam rumen dan protein mikrobia yang merupakan gambaran protein yang tersedia. Hasil analisis pengukuran produksi protein total complete feed berbasis pelepah sawit yang diperoleh sangat rendah. Hasil penelitian Prayitno *et al.* (2018) konsentrat dengan bersuplemen protein hijauan leguminosa menghasilkan produksi protien total berkisar 126,43-225,80 mg/g. Rendahnya produksi protein total pada penelitian ini diduga disebabkan oleh

ketersediaan rumen undegraded protein yang rendah pada bahan pakan yang digunakan sebagai penyusun complete feed, sehingga berakibat pada produksi protein total yang rendah. Mikrobia mendegradasi protein dalam rumen tidak mengenal batas, proses degradasi tersebut dapat berlangsung terus walaupun amonia yang dihasilkan sudah cukup memenuhi kebutuhan mikrobia rumen. Tingginya tingkat degradasi protein menjadi amonia menyebabkan semakin rendahnya protein yang lolos degradasi untuk mengalami pencernaan di abomasum dan usus sehingga *bypass* protein rendah. Prayitno *et al.* (2018), melaporkan

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt

Formatted: Font: Italic

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt, Italic

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt

bahwa pasokan mikrobia dan protein lolos degradasi merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi jumlah protein total yang terserap di usus halus.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penggunaan pelepah sawit difermentasi dengan level 20% dalam complete feed menghasilkan KcBO yang paling tinggi, sehingga dapat menjadi pakan alternatif, dan dalam pemanfaatannya perlu dilakukan manipulasi dengan ketersediaan sumber kerangka karbon yang memenuhi agar biosintesis mikroba dapat mencapai optimum sesuai harapan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Al Qori'ah, Surono dan Sutrisno. 2017. Sintesis protein mikroba dan aktivitas selulolitik akibat penambahan level zeolit sumber nitrogen slow release pada glukosa murni secara in vitro. *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan* 26 (2):1-7.
- Anggraeny Y. N., H. Soetanto, Kusmartono dan Hartutik. 2015. Sinkronisasi suplai protein dan energi dalam rumen untuk meningkatkan efisiensi pakan berkualitas rendah. *Wartazoa*. 25(3):107-116
- Araujo, A.P.C., Venturelli, B.C., Santos, M.C.B., Gardinal, R., Consolo, N.R.B., Calomeni, G.D., Freitas, J.E., Barletta, R.V., Gandra, J.R., Paiva, P.G., and Renno, F.P. 2015. Chitosan affects total nutrient digestion and ruminal fermentation in Nellore steers. *Animal Feed Science and Technology*, 206, 114-118.
- Department of Dairy Science. 1996. *General Laboratory Procedures*. University of Wisconsin, Madison.
- Despal, I.G. Permana, S.N. Safarina dan A.J. Tatra. 2011. Penggunaan berbagai sumber karbohidrat terlarut air untuk meningkatkan kualitas silase daun rami. *Media Peternakan*. 34 (2):69-76.
- Enjalbert, F., S. Combes, A. Zened and A. Meynadier. 2017. Rumen microbiota and dietary fat: a mutual shaping. *Journal of Applied Microbiology* 123: 782-797
- Firsoni dan R. Yunita. 2014. Uji degradabilitas complete feed yang mengandung daun chromolaena odorata secara in vitro. *Jurnal Peternakan Indonesia*. 16 (2):89-95
- Hapsari, N. S., D. W. Harjanti dan A. Muktiani. 2018. Fermentabilitas Pakan dengan Imbuhan Hapsari, N. S., D. W. Harjanti dan A. Muktiani. 2018. Fermentabilitas Pakan dengan Imbuhan Ekstrak Daun Babadotan (Ageratum conyzoides) dan Jahe (Zingiber officinale) pada Sapi Perah Secara In Vitro. *Agripet* Vol 18, No. 1 : 1-9
- T. Hidayat, S. S. Sudana, U. H. Tanuwiria, dan I. Hernaman. 2021. Fermentabilitas Ransum Sapi Perah Berbasis Jerami Padi dan Daun Kaliandra yang Disuplementasi Konsentrat Terfermentasi. *Jurnal Peternakan* Vol 18 (1): 13-18

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt

Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 12 pt

- Hindratiningrum, N., M. Bata dan S. A. Santosa. 2011. Produk fermentasi rumen dan produksi protein mikroba sapi lokal yang diberi pakan jerami amoniasi dan beberapa bahan pakan sumber energi. *Agripet*, 11 (2): 29-34.
- Holik, Y.L.A., L. Abdullah dan P.D.M.H. Karti. 2019. Evaluasi nutrisi silase kultivar baru tanaman sorgum (*Sorghum bicolor*) dengan penambahan legum *Indigofera* sp. pada taraf berbeda. *Jurnal Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan*. 17 (2):38-46.
- Huang, R. L., Lin, Y. L., Wu, G. Y Li, T. J., Li, L. L., Yang, C. B., Zhang, J., Wang, B., Deng, Z. Y., Zhang, Y. G., Tang, Z. R., Kang, P. and Guo, Y. M. 2005. Effect of Dietary Oligochitosan Supplementation on Ileal Digestibility of Nutrients and Performance In Broilers. China Agricultural Univ. Press, Beijing, China.
- Mathius, W. I. 2008. Pengembangan sapi potong berbasis industri kelapa sawit. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan Bogor. Pengembangan Inovasi pertanian I (2): 206-224.
- McDonald P, R. Edwards, J. Greenhalgh, C. Morgan, L. Sinclair dan R. Wilkinson . 2010. *Animal Nutrition*. 7<sup>th</sup> Ed. London (UK): Pearson Education
- Miguel, M., L. Mamuad, S. Ramos, M. J. Ku, C. D. Jeong, S. H. Kim, Y. I. Cho1 and S. S. Lee. 2021. Effects of using different roughages in the total mixed ration inoculated with or without coculture of *Lactobacillus acidophilus* and *Bacillus subtilis* on in vitro rumen fermentation and microbial population *Animal Bioscience* Vol. 34 (4):642-651
- Prayitno, R. S., F. Wahyono dan E. Pangestu. 2019. Pengaruh suplementasi sumber protein hijauan leguminosa terhadap produksi ammonia dan protein total ruminal secara in vitro. *Jurnal Peternakan Indonesia*. 20 (2): 116-123
- [Puastuti, W. 2009. Manipulasi bioproses dalam rumen untuk meningkatkan penggunaan pakan bersekat. \*Wartazoa\* 19 \(4\):180-190](#)
- Rahayu R. I., A. Subrata, dan J. Achmadi. 2018. Fermentabilitas Ruminan In Vitro pada Pakan Berbasis Jerami Padi Amoniasi dengan Suplementasi Tepung Bonggol Pisang dan Molases. *Jurnal Peternakan Indonesia*. Vol. 20 (3): 166-174
- Santoso, B dan B. T. Hariadi. 2009. Evaluation of nutritive value and in vitromethane production of feedstuffs from agricultural and food industry by products. *J. Indonesia Trop. Anim. Agric*. 34 (3): 189-195.
- Saputro, T. S. D. Widyawati dan Suharto. 2016. Evaluasi nutrisi perbedaan rasio dedak padi dan ampas bir ditinjau dari nilai TDN ransum domba lokal jantan. *Jurnal Sains Peternakan*. 14 (1): 27 - 35.
- Saripudin. A., S.Nurpauza, B. Ayuningsi, I. Hernaman dan A. R.Tarmidi. 2019. Fermentabilitas dan Kecernaan Ransum Domba yang Mengandung Limbah Roti secara In Vitro. *Agripet: Vol* (19). No. 2: 85-90.
- Suwandyastuti, Rimbawanto dan N. Iriyanti. 2010. Pengaruh Imbangan Jerami Padi, Dedak Padi dan Onggok Terfermentasi terhadap Kecernaan dan Produk Fermentasi Rumen Secara In Vitro. *Agripet*, 10 (2): 59-63.
- Syafrudin, A. I., E. Pangestu dan M. Christiyanto. 2020. Nilai total digestible nutrient pada bahan pakan by-product industri pertanian sebagai pakan kambing yang diuji secara in vitro. *Jurnal Sain Peternakan Indonesia*. 15 (3): 302-307
- Tilley, J.M.A. dan R.A. Terry. 1963. A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops. *J. Br. Grsld. Soc*. 18: 104 – 111.



## (Digestibility, Fermentability And In-Vitro Production of Microbial Protein on Complete Feed Based on Fermented Palm Frond)

**ABSTRAK.** Penelitian bertujuan mengetahui kualitas complete feed dengan level pelepah sawit fermentasi berdasarkan kecernaan bahan kering, bahan organik, produksi N-NH<sub>3</sub>, produksi *volatile fatty acids* (VFA) dan produksi biomassa protein mikrobia serta protein total secara *in vitro*. Materi yang digunakan adalah *complete feed* tersusun atas konsentrat dan pelepah sawit fermentasi dengan berbagai level yaitu 0, 10, 20 dan 30%. Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan complete feed dengan level pelepah sawit fermentasi yang berbeda. Data diolah menggunakan sidik ragam yang dilanjutkan dengan uji beda wilayah berganda Duncan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa complete feed dengan level pelepah sawit fermentasi yang berbeda berpengaruh nyata ( $p < 0,05$ ) terhadap kecernaan bahan kering dan bahan organik, produksi N-NH<sub>3</sub>, produksi VFA, dan produksi protein total, sedangkan pada biomassa protein mikrobia tidak terdapat perbedaan yang nyata ( $p > 0,05$ ). Rata-rata nilai kecernaan bahan kering pada perlakuan T<sub>0</sub>, T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> dan T<sub>3</sub> adalah 69,59; 71,9; 69,05; dan 62,58%. Rata-rata nilai kecernaan bahan organik pada perlakuan T<sub>0</sub>, T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> dan T<sub>3</sub> adalah 63,59; 63,15; 65,50; 52,66 %. Rata-rata produksi VFA pada perlakuan T<sub>0</sub>, T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> dan T<sub>3</sub> sebesar 105,8; 142,7; 136,4; dan 135,7 mM. Rata-rata produksi NH<sub>3</sub>, biomassa protein mikrobia dan produksi protein total pada perlakuan T<sub>0</sub>, T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> dan T<sub>3</sub> berturut-turut adalah 6,48mM, 15,04mg/ml; 34,10mg/g; 7,36mM, 15,75mg/ml, 23,72mg/g; 8,18mM, 12,59mg/ml, 33,72mg/g; dan 6,60mM, 15,31mg/ml, 40,80mg/g. Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan bahwa penggunaan pelepah sawit fermentasi dengan level 20% dalam complete feed menghasilkan produksi VFA, kecernaan bahan kering dan bahan organik yang cukup baik sehingga dapat menjadi pakan alternatif sumber serat pengganti rumput.

**Kata kunci :** *complete feed*, *in vitro*, kecernaan, mikroba, N-NH<sub>3</sub>, VFA.

**ABSTRACT.** This study aimed to determine the quality of a complete feed containing fermented palm fronds based on the digestibility of dry matter, organic matter, N-NH<sub>3</sub>, VFA, microbial protein biomass, and total protein *in vitro*. The material used was complete feed composed of concentrates and fermented palm fronds at various levels, i.e., 0, 10, 20, and 30%. The experiment was conducted as a completely randomized design (CRD) with four complete feed treatments containing different levels of fermented palm fronds. The data were processed using analysis of variance, followed by Duncan's multiple range test. The results demonstrated that the complete feed with different levels of fermented palm fronds had a significant effect ( $p < 0,05$ ) on the digestibility of dry matter and organic matter, N-NH<sub>3</sub> production, essential fatty acids production, and total protein production, whereas there was no significant difference ( $p > 0,05$ ) on microbial protein biomass. The average dry matter and organic matter digestibility values of T<sub>0</sub>, T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, and T<sub>3</sub> treatments were 69.59; 71.9; 63.15; 69.05; 65.50, and 62.58%; 52.66% respectively. The average production of volatile fatty acids of T<sub>0</sub>, T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, and T<sub>3</sub> treatments were 105.8; 142.7; 136.4; and 135.7 mM. respectively, while the average N-NH<sub>3</sub> production, microbial protein biomass, and total protein production of the T<sub>0</sub>, T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, and T<sub>3</sub> treatments were 6.48, 7.36, 8.18, 6.60 mM; 15.04, 75, 12.59, 15.31 mg/ml; and 34.10, 23.72, 33.72, 40.80 mg/g. In conclusion, the use of fermented palm fronds at a 20% level in complete feed gave the best result in the production of volatile fatty acids, improved digestibility of dry matter, and organic matter, so it can be used as an alternative feed to replace grass fiber.

**Key words:** complete feed, digestibility, *in vitro*, microbial, NH<sub>3</sub>, VFA.

## PENDAHULUAN

Pelepah sawit merupakan produk samping hasil industri perkebunan, dengan potensi dan produksi yang cukup melimpah mencapai 40 hingga 50 pelepah/pohon/tahun. Perkebunan kelapa sawit di Indonesia seluas 12,76 juta ha pada tahun 2018 dengan produksi bahan kering pelepah yang tersedia untuk dimanfaatkan mencapai 36.594.813 ton/tahun. Jumlah pelepah sawit yang dihasilkan cukup banyak dan ditinjau dari kandungan nutrien, pelepah sawit sangat potensial digunakan sebagai sumber atau pengganti pakan hijauan yang umum diberikan sebagai bahan pakan. Komposisi nutrien pelepah sawit adalah 26,07% bahan kering, 3,07%

protein kasar, 50,94% serat kasar, 1,07% lemak kasar, 39,82% bahan ekstrak tanpa nitrogen, 5,10% abu, 0,96% Ca, 0,08% P dan energi bruto 4,841 kkal/kg (Mathius, 2008). Pelepah sawit bertekstur keras, mengandung serat kasar dan lignin yang tinggi dan memiliki kandungan NDF 86% dan ADF 74%, sehingga diperlukan teknologi untuk meningkatkan kualitas pelepah sawit. Fermentasi dapat diterapkan dengan memanfaatkan mikroorganisme dari rumen ternak ruminansia yang dapat menghasilkan enzim pendegradasi serat. Isolasi mikroba pencerna serat dari rumen kerbau didasari atas kemampuannya dalam memanfaatkan pakan menjadi lebih efisien dibandingkan sapi. Hal tersebut terkait dengan tingginya jumlah total bakteri dan persentase mikroba selulolitik dari rumen kerbau dibanding sapi yaitu sebanyak  $3,3 \times 10^9$  CFU/ml (Wanapat *et al.*, 2009a), sedangkan sapi sebanyak  $2,7 \times 10^8$  CFU/ml (Wanapat *et al.*, 2009b). Penggunaan mikroba pencerna serat dari rumen kerbau sebagai isolate pada fermentasi pelepah sawit dan pemanfaatannya sebagai bahan pakan menarik untuk dikaji. Pemanfaatan pelepah sawit fermentasi sebagai pakan dapat dikombinasikan dengan bahan pakan konsentrat, sehingga terbentuk *complete feed* yang merupakan pakan lengkap dengan kandungan nutrisi yang seimbang dan esensial bagi ternak guna mendukung produktivitas ternak baik untuk hidup pokok maupun untuk produksi (Santoso dan Hariadi, 2009).

Kualitas nutrisi *complete feed* berbasis pelepah sawit fermentasi dapat diketahui dengan menguji fermentabilitas dan kecernaannya di dalam rumen secara *in vitro*. Fermentabilitas pakan mencerminkan tingkat degradabilitas pakan di dalam rumen. Konsentrasi VFA menggambarkan banyaknya bahan organik ransum yang mudah didegradasi oleh mikroba rumen. Jumlah VFA yang terbentuk dipengaruhi oleh kecernaan serta kualitas ransum yang difermentasi. *Volatile fatty acids* (VFA) dibentuk dari proses perombakan serat kasar oleh mikroorganisme, sehingga kandungan serat kasar pada ransum akan sangat berpengaruh pada VFA yang terbentuk (Hapsari *et al.*, 2018). Konsentrasi N-NH<sub>3</sub> merupakan salah satu indikator untuk mengetahui fermentabilitas protein pakan, aktivitas mikroba dan populasi mikroba rumen (Rahayu *et al.*, 2018).

Meningkatnya N-NH<sub>3</sub> yang disertai dengan ketersediaan kerangka karbon (VFA) akan menyebabkan sintesis protein mikroba juga meningkat. Peningkatan populasi mikroba di dalam rumen akan berdampak pada peningkatan degradasi dan kecernaan pakan. Sintesis protein mikroba yang optimal membutuhkan suplai nitrogen dan asam organik. Suplai nitrogen berasal dari produksi amonia, sedangkan asam organik terpenuhi dari produksi VFA yang merupakan hasil fermentasi karbohidrat (Al Qori'ah *et al.*, 2017). Pengujian fermentabilitas secara *in vitro* selain untuk mengetahui konsentrasi N-NH<sub>3</sub> juga dapat digunakan untuk mengukur produksi protein total yang merupakan gabungan dari protein

pakan yang lolos dari degradasi rumen dan protein mikrobia. Meningkatnya produksi VFA dan N-NH<sub>3</sub> akibat peningkatan pencernaan bahan organik akan meningkatkan sintesis protein mikrobia sehingga produksi protein total akan meningkat (Al Qori'ah *et al.*, 2017).

Penelitian bertujuan untuk mengkaji pencernaan dan fermentabilitas *complete feed* berbasis pelepah sawit fermentasi secara *in vitro*. Hipotesis penelitian adalah peningkatan fermentabilitas *complete feed* akan diikuti dengan peningkatan pencernaan dan produksi protein mikrobia.

## MATERI DAN METODE

### Waktu dan lokasi penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Maret – September 2019 di Laboratorium Ilmu Nutrisi dan Pakan, Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro Semarang. Uji perubahan struktur jaringan dilakukan di Laboratorium Terpadu, Universitas Diponegoro.

### Materi penelitian

Materi yang digunakan adalah *complete feed* tersusun atas konsentrat dan pelepah sawit fermentasi dengan level yaitu 0, 10, 20 dan 30%. Konsentrat tersusun atas bungkil kelapa sawit, gaplek, bungkil biji kapuk, tetes, minyak sawit, urea, mineral mix dan garam dengan kandungan PK  $\pm 12\%$  dan TDN  $\pm 65\%$ .

### Metode penelitian

Pelaksanaan penelitian terdiri atas 3 tahap yaitu 1) pengolahan pelepah sawit fermentasi; 2) formulasi dan pembuatan *complete feed*; 3) evaluasi biologis secara *in vitro* yang meliputi fermentabilitas (produksi N-NH<sub>3</sub> dan VFA), degradabilitas (KcBK dan KcBO), produksi biomassa protein mikrobia serta produksi protein total.

Tahap pertama adalah pengolahan pelepah sawit fermentasi. Pelepah sawit difermentasi secara anaerob dengan isolat mikrobia pencerna serat dari rumen kerbau sebanyak 1% (ml inokulum/g BK), selanjutnya hasil fermentasi pelepah sawit digunakan untuk menyusun *complete feed*. Tahap kedua yaitu formulasi dan pembuatan *complete feed*. Formulasi *complete feed* menggunakan level pelepah sawit fermentasi yang berbeda yaitu 0, 10, 20, dan 30% berdasarkan bahan kering. *Complete feed* disusun dengan kandungan PK  $\pm 12\%$  dan TDN  $\pm 65\%$ . Formula *complete feed* dengan level pelepah sawit fermentasi disajikan pada Tabel 1. Tahap ketiga yaitu uji fermentabilitas dan degradabilitas secara *in vitro*, yang meliputi produksi N-NH<sub>3</sub>, produksi VFA,

kecernaan bahan kering dan bahan organik, produksi biomassa mikrobia dan protein total.

Analisis kecernaan bahan kering dan organik menggunakan teknik Tilley dan Terry (1963). Metode tersebut terbagi menjadi dua bagian, yaitu pencernaan fermentatif dan pencernaan proteolitik. Masing-masing sampel sebanyak 0,55 gram yang telah ditimbang dimasukkan dalam tabung fermentor. Kemudian ditambahkan larutan penyangga McDougall sebanyak 40 ml dan cairan rumen domba 10 ml, untuk blanko tidak menggunakan sampel hanya larutan penyangga serta cairan rumen saja.

Tabel 1. Formulasi Ransum *Complete Feed* dengan Berbagai Level Pelepah Sawit Fermentasi (%)

Bahan Pakan	T0	T1	T2	T3
Pelepah Sawit Fermentasi	0	10	20	30
Bungkil Kelapa Sawit	20	20	25	50
Gaplek	12	35	35	12,3
Dedak Padi Kasar	23	23	6	0
Bungkil Biji Kapuk	14	8,3	10	3,4
Tetes	0,7	2	2,1	1
Minyak	0,1	0,2	0,5	2,5
Urea	0	1,2	1,2	0,6
Mineral	0,1	0,1	0,1	0,1
Garam	0,1	0,2	0,1	0,1
Rumput Lapang	30	0	0	0
Total	100	100	100	100
PK (%)	11,98	12,31	12,44	12,08
TDN (%)	64,57	65,18	65,04	64,70
SK (%)	25,56	19,98	21,04	26,02
BETN (%)	48,17	54,62	52,32	40,48

Selanjutnya tabung fermentor diinkubasi selama 48 jam di dalam *waterbath*, setiap 6 jam sekali dilakukan penggojlokkan. Setelah 48 jam pencernaan fermentasi dihentikan, isi dari tabung fermentasi kemudian disentrifugasi dengan kecepatan 3000 rpm selama 10 menit guna memisahkan endapan dan cairan. Setelah disentrifugasi, cairan dibuang dan endapan yang tersisa ditambahkan pepsin HCl sebanyak 50 ml dan dimasukkan kembali dalam *waterbath* selama 48 jam untuk pencernaan proteolitik, setiap 6 jam sekali dilakukan penggojlokkan. Setelah inkubasi 48 jam, dilakukan penyaringan dengan pompa vacum menggunakan kertas saring Whatman 41. Residu yang telah tersaring kemudian dikeringkan dalam oven selama 12 jam pada suhu 105°C. Setelah itu, sampel dimasukkan eksikator selama 15 menit, kemudian ditimbang. Kecernaan bahan kering dihitung dengan rumus :

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

dimana,

BK = bahan kering,

KcBK = kecernaan bahan kering

Penentuan kecernaan bahan organik dilakukan dengan memasukkan residu sampel ke dalam cawan porselin, kemudian dimasukkan dalam tanur selama 6 jam pada suhu 600°C. Selanjutnya dihitung kadar bahan organiknya, didapat dari %BK dikurangi kadar abu. Kecernaan bahan organik dihitung dengan rumus sebagai berikut:

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

dimana,

BO = bahan organik,

KcBO = kecernaan bahan organik

Kadar VFA total diukur dengan metode destilasi uap (Dept. Dairy Sci., 1996). Supernatan yang diperoleh ditampung dan ditambahkan 1 ml larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 15%, kemudian ditutup dengan rapat. VFA ditampung hingga 300 mL menggunakan erlemeyer yang berisi NaOH 0,5 N 5 mL. Dua tetes phenolphthalein telah ditambahkan, kemudian larutan HCl 0,5 N digunakan sebagai titrator, hingga larutan menjadi bening. Konsentrasi VFA ditentukan dengan formula berikut :

$$\text{VFA} = (Y-Z) \times N \text{ HCl} \times 1000/5 \text{ mM}$$

Y : ml HCl yang dibutuhkan untuk titrasi blanko

Z : ml HCl yang dibutuhkan untuk titrasi hasil destilasi

Produksi N-NH<sub>3</sub> ditentukan dengan teknik Mikrodifusi Conway (Dept. Dairy Sci., 1996). Sebanyak satu (1) ml supernatan yang diperoleh pada inkubasi selama 3 jam, diletakkan sebelah kiri sekat conway dan 1 ml larutan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> jenuh ditempatkan pada sekat sebelah kanan. Cawan kecil di bagian tengah diisi dengan asam borat jenuh berindikator methil merah dan brom kresol hijau sebanyak 1 ml. Kemudian ditutup rapat dengan tutup bervaselin lalu digoyang beberapa menit sehingga supernatan bercampur dengan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. Biarkan selama 24 jam pada suhu kamar. Amonia yang terikat dengan asam borat dititrasi dengan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,0055 N sampai warna berubah kemerah-merahan. Kadar N-NH<sub>3</sub> dihitung dengan rumus berikut :

$$\text{NH}_3 = (\text{ml Titran} \times \text{NH}_2\text{SO}_4 \times 1000) \text{ mM}$$

Nilai protein total diukur menggunakan metode kjeldahl. Prosedur untuk mengetahui protein total adalah sampel *complete feed* ditimbang sebanyak 0,55-0,56 g dan dicampur dengan cairan rumen sebanyak 10 ml dan larutan *McDougall* 40 ml, kemudian diinkubasi dalam *waterbath* selama 3 jam. Sepuluh (10) ml campuran diendapkan dengan 20 ml campuran TCA 20% dan SSA 2%. Dilakukan sentrifugasi pada 3000 rpm selama 20 menit dan

penyaringan dengan kertas saring yang telah dikeringkan dalam oven selama 1 jam pada suhu 105°C. Endapan dan kertas saring dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 5-6 jam kemudian ditimbang beratnya. Endapan dan kertas saring dimasukkan dalam labu destruksi ditambah katalisator selenium 1 g dan asam sulfat pekat teknis 15 ml kemudian dilakukan destruksi sampai warna hijau jernih dalam almari asam. Sampel yang telah didestruksi dimasukkan ke dalam labu destilasi dan ditambahkan 50 ml aquadest dan 40 ml NaOH 45%. Destilasi dilakukan dengan menggunakan penangkap H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> 4% 20 ml dan diberi 2 tetes indikator campuran metil red dan metil blue. Destilasi dilakukan sampai penangkap berubah warna dari ungu menjadi hijau. Hasil destilasi dititrasi dengan HCl 0,1 N sampai warna ungu. Produksi protein total dihitung dengan rumus :

$$\text{Protein} = \frac{\{(\text{ml HCl titran} - \text{ml HCl Blanko}) \times \text{N} - \text{HCl} \times 14 \times 6,25\}}{\text{bb sampel}} \text{ mg/g}$$

Nilai protein mikrobia diukur dengan metode lowry. Pengukuran biomassa protein mikroba dilakukan dengan cara mencampur 1 ml filtrat enzim dengan 1 ml reagen Lowry D, kemudian digojlok dan diinkubasi dalam suhu kamar selama 15 menit. Selanjutnya ditambahkan 3 ml larutan Lowry E lalu digojlok dan diinkubasi dalam suhu kamar selama 45 menit. Kemudian diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 540 nm.

#### **Analisis data**

Data fermentabilitas dan pencernaan nutrisi yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis ragam, dan bila terdapat pengaruh nyata antar perlakuan dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan. Analisis data dilakukan dengan menggunakan program SPSS Versi 24.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Produksi VFA (VFA), Kecernaan Bahan Kering dan Bahan Organik**

Rangkuman hasil penelitian *complete feed* dengan level pelepah sawit fermentasi ditinjau dari produksi VFA, kecernaan bahan kering dan bahan organik ditunjukkan pada Tabel 2.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan pelepah sawit dalam *complete feed* dapat meningkatkan kinerja mikrobia rumen dalam melakukan fermentasi ransum. Hal ini ditunjukkan dari konsentrasi VFA pada *complete feed* dengan penambahan pelepah sawit fermentasi lebih tinggi ( $P < 0,05$ ) dibanding tanpa pelepah sawit. Peningkatan VFA

menunjukkan bahwa mikrobial terutama bakteri di dalam cairan rumen mampu mendegradasi sumber karbohidrat ransum menjadi glukosa (Huang *et al.*, 2005; Adriani dan Mushawwir, 2008; Hendratiningrum *et al.*, 2011, Araujo *et al.*, 2015), selanjutnya menghasilkan VFA dengan volume yang cukup tinggi.

Tabel 2. Rangkuman Hasil Produksi VFA (VFA), Kecernaan Bahan Kering dan Bahan Organik Complete feed Secara *In vitro*

PARAMETER	T0	T1	T2	T3
VFA (mM)	105,8 <sup>b</sup> ± 2,81	142,7 <sup>a</sup> ± 2,84	136,4 <sup>a</sup> ± 2,51	135,7 <sup>a</sup> ± 1,63
KCBK (%)	69,59 <sup>b</sup> ± 2,36	71,9 <sup>a</sup> ± 2,90	69,05 <sup>b</sup> ± 4,25	62,58 <sup>c</sup> ± 2,54
KCBO (%)	63,59 <sup>b</sup> ± 2,21	63,15 <sup>b</sup> ± 2,40	65,50 <sup>a</sup> ± 2,07	52,66 <sup>c</sup> ± 2,38

Superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan adanya perbedaan nyata ( $p < 0,05$ )

Keterangan :

KcBK : Kecernaan Bahan Kering, KcBO : Kecernaan Bahan Organik,

VFA : *Volatile Fatty Acids*

Tingginya produksi VFA pada perlakuan T1 diduga disebabkan oleh bahan pakan penyusunnya yang mudah difermentasi seperti gaplek, dedak padi dan tetes dalam jumlah yang cukup besar (Tabel 1). Hasil yang sama juga dilaporkan oleh Hendratiningrum *et al.* (2011) yang melaporkan bahwa konsentrasi VFA total yang tinggi pada sapi yang diberi tambahan onggok basah, disebabkan fermentabilitas dari onggok basah lebih tinggi dibandingkan dengan yang lainnya sehingga mudah diubah menjadi asam selama proses fermentasi. Peningkatan produk fermentasi karbohidrat berupa VFA seiring dengan meningkatnya penggunaan sumber karbohidrat dalam ransum, menunjukkan adanya hubungan paralel dengan KcBK maupun KCBO (Syarifudin *et al.*, 2019).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa, *complete feed* dengan level 10% pelepah sawit difermentasi (T1) menghasilkan kecernaan bahan kering tertinggi. Tingginya kecernaan bahan kering pada perlakuan T1 ini disebabkan oleh kandungan BETN yang lebih tinggi dan SK yang lebih rendah (Tabel 1). Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Swandyastuti *et al.* (2010) yang melaporkan bahwa, peningkatan dedak dan onggok fermentasi dalam ransum akan meningkatkan nilai nutrisi dari ransum dan meningkatkan nilai kecernaan bahan kering ransum.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa *complete feed* dengan level 30% (T3) pelepah sawit difermentasi menghasilkan kecernaan bahan kering terendah yaitu, sebesar 62,58%. Hal ini merupakan akibat dari tingginya penggunaan serat dalam *complete feed* yang divalidasi dengan adanya penggunaan pelepah sawit fermentasi sebanyak 30% dan bungkil kelapa sawit sebanyak 50%. Hasil penelitian Syafrudin *et al.* (2020) melaporkan bahwa, hasil samping industri pertanian berupa bungkil sawit mempunyai kecernaan bahan

kering dan bahan organik terendah yaitu 21,41% dan 22,11% dibandingkan hasil samping industri pertanian lainnya, seperti kulit kopi, janggol, ampas tahu, bungkil kedelai, bungkil kepala dan onggok.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa *complete feed* dengan level 20% pelepah sawit fermentasi (T2) menghasilkan pencernaan bahan organik tertinggi ( $P < 0,05$ ). Tingginya pencernaan bahan organik pada perlakuan T2 diduga dipengaruhi oleh kandungan PK, TDN dan BETN yang relatif tinggi dan kandungan serat kasar yang relatif rendah (Tabel 1). Penambahan *readily available carbohydrate* (RAC) seperti gaplek dan tetes dalam formulasi ransum akan meningkatkan ketersediaan kerangka karbon dan energi bagi mikrobia rumen. Penambahan karbohidrat dalam pakan akan meningkatkan aktivitas metabolisme mikrobia, laju pertumbuhan mikrobia dan laju degradasi substrat oleh mikrobia rumen. *Volatile fatty acids* (VFA) hasil degradasi karbohidrat merupakan sumber energi utama ternak ruminansia dan berperan sebagai kerangka karbon bagi pembentukan protein mikroba (Rahayu *et al.*, 2018). Menurut Wijayanti (2012) tinggi rendahnya konsentrasi VFA dipengaruhi oleh tingkat fermentabilitas pakan, jumlah karbohidrat yang mudah larut, serta jenis bakteri yang ada di dalam rumen. Karbohidrat non struktural (pati, pektin, dan gula sederhana) sangat cepat difermentasi dibandingkan dengan karbohidrat non struktural (selulosa, hemiselulosa dan lignin). Tingginya pencernaan juga menunjukkan adanya ketersediaan *rumen degradable protein* (RDP) dan energi dalam bentuk *readily available carbohydrate* (RAC) yang cukup untuk pertumbuhan mikrobia rumen (Anggraeny *et al.*, 2015). Syafrudin *et al.* (2020) menyatakan bahwa, bahan organik dengan TDN tinggi akan menghasilkan energi tinggi yang dimanfaatkan untuk pertumbuhan mikrobia di dalam rumen. Saputro *et al.* (2016) menyatakan, nilai TDN berhubungan erat dengan bahan organik yang merupakan gambaran ketersediaan nutrisi dalam pakan yang dapat dicerna. Wajizah *et al.* (2015) juga melaporkan, tingginya nilai KcBK dan KcBO diduga karena adanya keseimbangan ketersediaan nutrisi untuk menghasilkan pertumbuhan dan aktivitas mikrobia rumen yang optimum dalam mencerna pakan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa *complete feed* dengan level 30% pelepah sawit fermentasi (T3) menghasilkan pencernaan bahan organik terendah. Hal ini selaras dengan hasil analisis KcBK pada perlakuan T3 juga memiliki nilai yang rendah (Tabel 2). Nilai KcBO berhubungan dengan nilai KcBK, karena bahan organik (BO) merupakan bagian dari bahan kering (BK), perbedaannya terletak pada kadar abu. Rendahnya nilai pencernaan bahan organik pada perlakuan T3 juga disebabkan kandungan lemak yang tinggi pada formula T3 (Tabel 1) sehingga mempengaruhi lingkungan di dalam rumen (pH). Apabila

kadar lemak di dalam pakan terlalu tinggi maka akan timbul pengaruh negatif lemak terhadap degradasi pakan oleh mikrobia dalam rumen (Enjalbert *et al.* 2017). Lemak di dalam rumen menyebabkan menurunnya jumlah protozoa (defaunasi). Hal ini disebabkan protozoa tidak memiliki daya lipolisis, akibatnya pada kondisi tinggi lemak dalam rumen, aktivitas metabolisme protozoa terganggu dan akhirnya protozoa tidak mampu bertahan hidup (Puastuti, 2009).

### Produksi NH<sub>3</sub> pada *Complete Feed* Berbasis Pelepah Sawit Fermentasi

Hasil penelitian menunjukkan bahwa *complete feed* dengan level 10% pelepah sawit fermentasi menghasilkan produksi N-NH<sub>3</sub> rumen lebih tinggi ( $P < 0,05$ ) dibanding perlakuan lainnya (Tabel 3) dan masih dalam kisaran normal untuk pertumbuhan mikrobia rumen yang optimal. McDonald *et al.* (2010) menyatakan bahwa, kisaran normal N-NH<sub>3</sub> untuk menunjang pertumbuhan mikrobia rumen yang optimal yakni 6-21mM. Miguel *et al.* (2021) melaporkan, pengaruh penggunaan serat yang berbeda dalam *complete feed* yang tidak fermentasi menghasilkan produksi N-NH<sub>3</sub> sebesar 8,76 mM dan *complete feed* fermentasi 12,61 mM. Tingginya konsentrasi N-NH<sub>3</sub> pada *complete feed* dengan level 10% pelepah sawit fermentasi dibandingkan dengan perlakuan lain disebabkan kandungan BO yang tinggi dan pencernaan bahan organik yang tinggi. Faktor-faktor yang mempengaruhi produksi N-NH<sub>3</sub> adalah kadar protein pakan, kelarutan dan degradabilitas protein, serta sumber dan proporsi karbohidrat terlarut. Tingginya protein pakan dapat meningkatkan konsentrasi N-NH<sub>3</sub> pada ternak ruminansia (Holik *et al.*, 2019). Konsentrasi N-NH<sub>3</sub> yang tinggi menunjukkan protein pakan yang mudah didegrasi oleh mikrobia rumen (Despal *et al.*, 2011, Hindratinigrum *et al.*, 2011). Hasil penelitian menunjukkan bahwa, secara kuantitatif produksi N-NH<sub>3</sub> *complete feed* berbasis pelepah sawit cukup untuk mendukung biosintesis protein mikrobia rumen, yaitu berkisar 6,48-8,18 mM. Yuan *et al.* (2010) menyatakan, untuk pertumbuhan mikrobia rumen yang optimal dibutuhkan konsentrasi N-NH<sub>3</sub> sebesar 4-21 mM.

Tabel 3. Produksi N-NH<sub>3</sub>, Biomassa Protein Mikroba dan Produksi Protein Total *Complete Feed* Berbasis Pelepah Sawit Fermentasi

PARAMETER	T0	T1	T2	T3
N-NH <sub>3</sub> (mM)	6,48 <sup>b</sup> ± 0,79	7,36 <sup>ab</sup> ± 0,61	8,18 <sup>a</sup> ± 1,11	6,60 <sup>b</sup> ± 0,96
Protein Mikroba (mg/ml)	15,04 ± 2,51	15,75 ± 2,98	12,59 ± 2,75	15,31 ± 2,63
Protein Total (mg/g)	34,10 <sup>ab</sup> ± 6,81	23,72 <sup>b</sup> ± 6,19	33,72 <sup>ab</sup> ± 4,22	40,80 <sup>a</sup> ± 6,32

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

### **Biomassa Protein Mikrobia pada *Complete Feed* Berbasis Pelepah Sawit Fermentasi**

Berdasarkan hasil analisis ragam terhadap biomassa protein mikrobia didapatkan hasil bahwa pada masing-masing perlakuan mempunyai pengaruh yang sama (Tabel 3). Hasil ini lebih rendah dari hasil penelitian Firsoni dan Yunita (2014) pada complete feed yang mengandung daun *Chromolaena odorata* mengasilkan biomassa protein berkisar 107,05 - 114,21 mg/ml. Protein mikroba pada penelitian ini tidak menunjukkan pengaruh nyata, walaupun N-NH<sub>3</sub> dan VFA yang dihasilkan menunjukkan adanya perbedaan yang nyata ( $P < 0,05$ ). Hal ini disebabkan oleh ketersediaan nutrisi telah mencukupi untuk sintesis protein mikrobia yang optimal. Populasi mikrobia rumen yang tidak berbeda nyata, diduga karena produk fermentasi berupa asam lemak terbang dan N-NH<sub>3</sub> dalam kondisi normal (Hidayat *et al.*, 2021). Pertumbuhan mikroba rumen yang optimal membutuhkan N-NH<sub>3</sub> 3,65–7,30 mM/L cairan rumen (Suwandiyastuti *et al.*, 2010). Sintesis protein mikrobia selain membutuhkan N-NH<sub>3</sub> sebagai sumber nitrogen, juga membutuhkan energi, asam amino asal protein pakan yang bermutu sebagai kerangka karbon. Apabila N-NH<sub>3</sub> berlebih (tersedia dalam jumlah yang cukup) tetapi tidak terdapat asam alpha-keto dan VFA, maka sintesis menjadi asam amino (selanjutnya menjadi peptida dan protein) terhambat karena mikrobia rumen tidak dapat memanfaatkannya dengan baik sehingga N-NH<sub>3</sub> rumen tidak bermanfaat, akibatnya sintesis protein mikrobia rendah. Hindratiningrum *et al.* (2011) menyatakan bahwa, adanya saling ketergantungan antara proses fermentasi dengan produksi protein mikrobia. Energi yang digambarkan sebagai ATP diperoleh dari fermentasi anaerobik karbohidrat. Amonia (N-NH<sub>3</sub>) mempunyai peranan yang penting dalam sintesis protein mikrobia sebagai sumber N.

### **Produksi Protein Total pada *Complete Feed* Berbasis Pelepah Sawit Fermentasi**

Hasil penelitian menunjukkan bahwa produksi protein total pada T3 lebih tinggi dibandingkan dengan T0, T1 dan T2. Protein total adalah gambaran dari protein pakan yang tidak terdegradasi di dalam rumen dan protein mikrobia yang merupakan gambaran protein yang tersedia. Hasil analisis pengukuran produksi protein total *complete feed* berbasis pelepah sawit yang diperoleh sangat rendah. Hasil penelitian Prayitno *et al.* (2018) menunjukkan, konsentrat dengan suplemen protein hijauan leguminosa menghasilkan produksi protein total berkisar 126,43-225,80 mg/g. Rendahnya produksi protein total pada penelitian ini diduga disebabkan oleh ketersediaan *rumen undegraded protein* (RUP) yang rendah pada bahan pakan yang digunakan sebagai penyusun *complete feed*, sehingga berakibat pada produksi protein total yang rendah. Mikrobia mendegradasi protein dalam rumen tidak mengenal batas, proses degradasi tersebut dapat berlangsung terus walaupun N-NH<sub>3</sub> yang

dihasilkan sudah cukup memenuhi kebutuhan mikrobia rumen. Tingginya tingkat degradasi protein menjadi N-NH<sub>3</sub> menyebabkan semakin rendahnya protein yang lolos degradasi untuk mengalami pencernaan di abomasum dan usus sehingga protein *bypass* rendah. Prayitno *et al.* (2018) melaporkan bahwa, pasokan mikrobia dan protein lolos degradasi merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi jumlah protein total yang terserap dalam usus halus.

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa, penggunaan pelepah sawit fermentasi dengan level 20% dalam *complete feed* menghasilkan KcBO paling tinggi, sehingga dapat menjadi pakan alternatif pengganti hijauan, namun dalam pemanfaatannya perlu dilakukan manipulasi dengan menyediakan sumber kerangka karbon yang mencukupi kebutuhan mikrobia agar biosintesis protein mikrobia dapat berlangsung optimal.

### DAFTAR PUSTAKA

- Al Qori'ah, Surono dan Sutrisno. 2017. Sintesis protein mikroba dan aktivitas selulolitik akibat penambahan level zeolit sumber nitrogen slow release pada glukosa murni secara in vitro. *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan* 26 (2):1–7.
- Anggraeny Y. N., H. Soetanto, Kusmartono dan Hartutik. 2015. Sinkronisasi suplai protein dan energi dalam rumen untuk meningkatkan efisiensi pakan berkualitas rendah. *Wartazoa*. 25(3):107–116
- Araujo, A.P.C., Venturelli, B.C., Santos, M.C.B., Gardinal, R., Consolo, N.R.B., Calomeni, G.D., Freitas, J.E., Barletta, R.V., Gandra, J.R., Paiva, P.G., and Renno, F.P. 2015. Chitosan affects total nutrient digestion and ruminal fermentation in Nellore steers. *Animal Feed Science and Technology*, 206, 114-118.
- Departement of Dairy Science. 1996. *General Laboratory Procedures*. University of Winconsin, Madison.
- Despal, I.G. Permana, S.N. Safarina dan A.J. Tatra. 2011. Penggunaan berbagai sumber karbohidrat terlarut air untuk meningkatkan kualitas silase daun rami. *Media Peternakan*. 34 (2):69–76.
- Enjalbert, F., S. Combes, A. Zened and A. Meynadier. 2017. Rumen microbiota and dietary fat: a mutual shaping. *Journal of Applied Microbiology* 123: 782—797
- Firsoni dan R. Yunita. 2014. Uji degradabilitas complete feed yang mengandung daun chromolaena odorata secara in vitro. *Jurnal Peternakan Indonesia*. 16 (2):89-95
- Hapsari. N. S., D. W. Harjanti dan A. Muktiani. 2018. Fermentabilitas Pakan dengan Imbuhan Ekstrak Daun Babadotan (*Ageratum conyzoides*) dan Jahe (*Zingiber officinale*) pada Sapi Perah Secara In Vitro. *Agripet Vol 18, No. 1* : 1-9

- T. Hidayat, S. S. Sudana, U. H. Tanuwiria, dan I. Hernaman. 2021. Fermentabilitas Ransum Sapi Perah Berbasis Jerami Padi dan Daun Kaliandra yang Disuplementasi Konsentrat Terfermentasi. *Jurnal Peternakan* Vol 18 (1): 13-18
- Hindratiningrum, N., M. Bata dan S. A. Santosa. 2011. Produk fermentasi rumen dan produksi protein mikroba sapi lokal yang diberi pakan jerami amoniasi dan beberapa bahan pakan sumber energi. *Agripet*, 11 (2): 29-34.
- Holik, Y.L.A., L. Abdullah dan P.D.M.H. Karti. 2019. Evaluasi nutrisi silase kultivar baru tanaman sorgum (*Sorghum bicolor*) dengan penambahan legum *Indigofera* sp. pada taraf berbeda. *Jurnal Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan*. 17 (2):38-46.
- Huang, R. L. , Lin, Y. L., Wu, G. Y Li, ., T. J ., Li, L. L ., Yang, C. B. ., Zhang, J., Wang, B. ., Deng, Z. Y., Zhang, Y. G., Tang, Z. R. ., Kang, P. and Guo, Y. M. 2005. Effect of Dietary Oligochitosan Supplementation on Ileal Digestibility of Nutrients and Performance In Broilers. China Agricultural Univ. Press, Beijing, China.
- Mathius, W. I. 2008. Pengembangan sapi potong berbasis industri kelapa sawit. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan Bogor. Pengembangan Inovasi pertanian I (2): 206-224.
- McDonald P, R. Edwards, J. Greenhalgh, C. Morgan, L. Sinclair dan R. Wilkinson . 2010. *Animal Nutrition*. 7<sup>th</sup> Ed. London (UK): Pearson Education
- Miguel, M., L. Mamuad, S. Ramos, M. J. Ku, C. D. Jeong, S. H. Kim, Y. I. Cho1 and S. S. Lee. 2021. Effects of using different roughages in the total mixed ration inoculated with or without coculture of *Lactobacillus acidophilus* and *Bacillus subtilis* on in vitro rumen fermentation and microbial population *Animal Bioscience* Vol. 34 (4):642-651
- Prayitno, R. S., F. Wahyono dan E. Pangestu. 2019. Pengaruh suplementasi sumber protein hijauan leguminosa terhadap produksi ammonia dan protein total ruminal secara in vitro. *Jurnal Peternakan Indonesia*. 20 (2): 116-123
- Puastuti, W. 2009. Manipulasi bioproses dalam rumen untuk meningkatkan penggunaan pakan bersekat. *Wartazoa* 19 (4):180-190
- Rahayu R. I., A. Subrata, dan J. Achmadi. 2018. Fermentabilitas Ruminan In Vitro pada Pakan Berbasis Jerami Padi Amoniasi dengan Suplementasi Tepung Bonggol Pisang dan Molases. *Jurnal Peternakan Indonesia*. Vol. 20 (3): 166-174
- Santoso, B dan B. T. Hariadi. 2009. Evaluation of nutritive value and in vitro methane production of feedstuffs from agricultural and food industry by products. *J. Indonesia Trop. Anim. Agric*. 34 (3): 189-195.
- Saputro, T. S. D. Widyawati dan Suharto. 2016. Evaluasi nutrisi perbedaan rasio dedak padi dan ampas bir ditinjau dari nilai TDN ransum domba lokal jantan. *Jurnal Sains Peternakan*. 14 (1): 27 - 35.
- Saripudin. A., S.Nurpauza, B. Ayuningsi , I. Hernaman dan A. R.Tarmidi. 2019. Fermentabilitas dan Kecernaan Ransum Domba yang Mengandung Limbah Roti secara In Vitro. *Agripet*: Vol (19). No. 2: 85-90.
- Suwandyastuti , Rimbawanto dan N. Iriyanti. 2010. Pengaruh Imbangan Jerami Padi, Dedak Padi dan Onggok Terfermentasi terhadap Kecernaan dan Produk Fermentasi Rumen Secara In Vitro. *Agripet*, 10 (2): 59-63.

Syafrudin, A. I., E. Pangestu dan M. Christiyanto. 2020. Nilai total digestible nutrient pada bahan pakan by- product industri pertanian sebagai pakan kambing yang diuji secara in vitro. *Jurnal Sain Peternakan Indonesia*. 15 (3): 302-307

Tilley, J.M.A. dan R.A. Terry. 1963. A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops. *J. Br. Grsld. Soc.* 18: 104 – 111.

Wajizah, S., Samadi, Y. Usman, dan E. Mariana. 2015. Evaluasi Nilai Nutrisi dan Kecernaan In Vitro Pelepah Kelapa Sawit (Oil Palm Fronds) yang Difermentasi Menggunakan *Aspergillus niger* dengan Penambahan Sumber Karbohidrat yang Berbeda. *Agripet : Vol (15) No. 1* : 13-19

Wanapat, M., R. Pilajun and P. Kongmun. 2009a. Ruminant ecology of swamp buffalo as influenced by dietary sources. *Journal Animal Feed Science and Technology* 151: 205-214.

Wanapat, M., S. Polyorach, K. Boonnop, C. Mapato and A. Cherdthong. 2009b. Effects of treating rice straw with urea or urea and calcium hydroxide upon intake, digestibility, rumen fermentation and milk yield of dairy cows. *Livestock Science* 125: 238-243.

Wijayanti, E., F. Wahyono dan Surono. 2012. Kecernaan nutrien dan fermentabilitas pakan komplit dengan level ampas tebu yang berbeda secara in vitro. *J. Anim. Agric.* 1 (1) : 167 – 179.

Yuan, Z. Q., S. X. Tang, B. Zeng, M. Wang, Z. L. Tan, Z. H. Sun, C. S. Zhou, X F Han, and M. A. Bamikole. 2010. Effects of dietary supplementation with alkyl polyglycoside, a nonionic surfactant, on nutrient digestion and ruminal fermentation in goats. *J. Anim. Sci.* 88: 3984-3991.

The screenshot displays the submission editing page for the journal 'Agripet' (jurnal.unsyiah.ac.id/agripet/author/submissionEditing/20554). The page is divided into several sections:

- EDITORIAL TEAM:** Lists the Chief Editor (Prof. Dr. Ir. Samadi, M.Sc.), Vice Chief Editor (Dr. Rini Hafiana, S.Pi, M.Si), Associate Editors (Prof. Dr. Ir. Eka Nurita Sari, M.Sc., Dr. Ir. Nurulhikmah, M.Sc., Dr. Nurhid, Agus Raghin Abdillah, S.Pi, M.Sc., Dr. Ir. Siti Wahidah, M.Sc., Dr. H. Dauli, S.Pi, M.Si, and Prof. Khairi, S.Pi, M.Si), Editorial Boards (Dr. Nurulhikmah, Prof. Ahmad Saiful, Prof. Dr. Ir. Anwarul Hudaq, M.Sc., Prof. Rakhmat Rani, M.Sc., M.Si, Ph.D., Prof. Dr. Bakhari, M.Sc., M.Si, Ph.D., Prof. Dr. Juh. Immanuel, M.Sc., Ph.D., Prof. Dr. Dr. Nurhikmah, M.Sc., Ph.D., Dr. Ruziqi, M.Sc., Ph.D., and Dr. Agri. Siti Darsyah Rased, MS), and Design/Craft, Managing & Technical Editors (Ibham S.Pi, M.Si and Ridwan Saputra, S.Pi).
- Submission:** Shows the author (Lambang Kuslavian Nismantara), title (KECERNAAN, FERMENTABILITAS DAN PRODUKSI PROTEIN MIKROBA SECARA IN VITRO PADA COMPLETE FEED BERBASIS PELEPAH SAWIT), section (ARTIKLES), and editor (Prof. Dr. Ir. Samadi, M.Sc.).
- Copyediting:** A table showing the progress of copyediting steps:
 

Copyeditor	REVIEW METADATA	REQUEST	UNDERWAY	COMPLETE
1. Initial Copyedit	2021-10-12	2021-10-13	2021-10-13	2021-10-13
2. Author Copyedit	2021-10-13	2021-10-13	2021-10-13	2021-10-13
3. Final Copyedit	2021-10-13	2021-10-13	2021-10-13	2021-10-13
- Layout:** A table showing the progress of layout steps:
 

Layout Editor	REQUEST	UNDERWAY	COMPLETE	VIEWS
1. PDF VIEW PROOF	2021-10-20	2021-10-20	2021-10-20	0
- Proofreading:** A table showing the progress of proofreading steps:
 

Proofreader	REQUEST	UNDERWAY	COMPLETE
1. Author	2021-10-20	2021-10-25	2021-10-25
2. Proofreader	2021-10-20	2021-10-25	2021-10-25
- EDITORIAL BOARD:** Lists the names of the editorial board members.
- STATISTICS:** Shows the number of articles (276), pages (383), and volume (15).
- RIGHTS:** Shows the number of articles (17), pages (268), and volume (15).
- SEARCH:** A search bar for the journal content.



## Kecernaan, Fermentabilitas dan Produksi Protein Mikrobial Secara *In Vitro* pada *Complete Feed* Berbasis Pelepah Sawit Fermentasi

(Digestibility, fermentability and in-vitro production of microbial protein on complete feed based on fermented palm frond)

Limbang Kustiawan Nuswantara<sup>1\*</sup>, Eko Pangestu, Sunarso<sup>1</sup>, dan Marry Christiyanto<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro, Tembalang, Semarang, Indonesia

**ABSTRAK.** Penelitian bertujuan mengetahui kualitas complete feed dengan level pelepah sawit fermentasi berdasarkan kecernaan bahan kering, bahan organik, produksi N-NH<sub>3</sub>, produksi *volatile fatty acids* (VFA) dan produksi biomassa protein mikrobial serta protein total secara *in vitro*. Materi yang digunakan adalah *complete feed* tersusun atas konsentrat dan pelepah sawit fermentasi dengan berbagai level yaitu 0, 10, 20 dan 30%. Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan complete feed dengan level pelepah sawit fermentasi yang berbeda. Data diolah menggunakan sidik ragam yang dilanjutkan dengan uji beda wilayah berganda Duncan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa complete feed dengan level pelepah sawit fermentasi yang berbeda berpengaruh nyata ( $p < 0,05$ ) terhadap kecernaan bahan kering dan bahan organik, produksi N-NH<sub>3</sub>, produksi VFA, dan produksi protein total, sedangkan pada biomassa protein mikrobial tidak terdapat perbedaan yang nyata ( $p > 0,05$ ). Rata-rata nilai kecernaan bahan kering pada perlakuan T0, T1, T2 dan T3 adalah 69,59; 71,9; 69,05; dan 62,58%. Rata-rata nilai kecernaan bahan organik pada perlakuan T0, T1, T2 dan T3 adalah 63,59; 63,15; 65,50; 52,66 %. Rata-rata produksi VFA pada perlakuan T0, T1, T2 dan T3 sebesar 105,8; 142,7; 136,4; dan 135,7 mM. Rata-rata produksi NH<sub>3</sub>, biomassa protein mikrobial dan produksi protein total pada perlakuan T0, T1, T2 dan T3 berturut-turut adalah 6,48mM, 15,04mg/ml; 34,10mg/g; 7,36mM, 15,75mg/ml, 23,72mg/g; 8,18mM, 12,59mg/ml, 33,72mg/g; dan 6,60mM, 15,31mg/ml, 40,80mg/g. Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan bahwa penggunaan pelepah sawit fermentasi dengan level 20% dalam complete feed menghasilkan produksi VFA, kecernaan bahan kering dan bahan organik yang cukup baik sehingga dapat menjadi pakan alternatif sumber serat pengganti rumput.

**Kata kunci:** *complete feed*, *in vitro*, kecernaan, mikrobial, N-NH<sub>3</sub>, VFA

**ABSTRACT.** This study aimed to determine the quality of a complete feed containing fermented palm fronds based on the digestibility of dry matter, organic matter, N-NH<sub>3</sub>, VFA, microbial protein biomass, and total protein in vitro. The material used was complete feed composed of concentrates and fermented palm fronds at various levels, i.e., 0, 10, 20, and 30%. The experiment was conducted as a completely randomized design (CRD) with four complete feed treatments containing different levels of fermented palm fronds. The data were processed using analysis of variance, followed by Duncan's multiple range test. The results demonstrated that the complete feed with different levels of fermented palm fronds had a significant effect ( $p < 0.05$ ) on the digestibility of dry matter and organic matter, N-NH<sub>3</sub> production, essential fatty acids production, and total protein production, whereas there was no significant difference ( $p > 0.05$ ) on microbial protein biomass. The average dry matter and organic matter digestibility values of T0, T1, T2, and T3 treatments were 69.59; 63.59, 71.9; 63.15, 69.05; 65.50, and 62.58%; 52.66% respectively. The average production of volatile fatty acids of T0, T1, T2, and T3 treatments were 105.8; 142.7; 136.4; and 135.7 mM. respectively, while the average N-NH<sub>3</sub> production, microbial protein biomass, and total protein production of the T0, T1, T2, and T3 treatments were 6.48, 7.36, 8.18, 6.60 mM; 15.04, 75, 12.59, 15.31 mg/ml; and 34.10, 23.72, 33.72, 40.80 mg/g. In conclusion, the use of fermented palm fronds at a 20% level in complete feed gave the best result in the production of volatile fatty acids, improved digestibility of dry matter, and organic matter, so it can be used as an alternative feed to replace grass fiber.

**Keywords:** complete feed, digestibility, in vitro, microbial, NH<sub>3</sub>, VFA

## PENDAHULUAN

Pelepah sawit merupakan produk samping hasil industri perkebunan, dengan potensi dan produksi yang cukup melimpah mencapai 40 hingga 50 pelepah/pohon/tahun. Perkebunan kelapa sawit di Indonesia seluas 12,76 juta ha pada tahun 2018 dengan produksi bahan kering

pelepah yang tersedia untuk dimanfaatkan mencapai 36.594.813 ton/tahun. Jumlah pelepah sawit yang dihasilkan cukup banyak dan ditinjau dari kandungan nutrien, pelepah sawit sangat potensial digunakan sebagai sumber atau pengganti pakan hijauan yang umum diberikan sebagai bahan pakan. Komposisi nutrien pelepah sawit adalah 26,07% bahan kering, 3,07% protein kasar, 50,94% serat kasar, 1,07% lemak kasar, 39,82% bahan ekstrak tanpa nitrogen, 5,10% abu, 0,96% Ca, 0,08% P dan energi bruto 4,841 kkal/kg (Mathius, 2008). Pelepah sawit bertekstur keras, mengandung serat kasar dan lignin yang

---

\*Email Korespondensi: limbang.kn@gmail.com  
Diterima: 1 April 2021  
Direvisi: 27 Mei 2021  
Disetujui: 30 September 2021  
DOI: <https://doi.org/10.17969/agripet.v21i2.20554>

tinggi dan memiliki kandungan NDF 86% dan ADF 74%, sehingga diperlukan teknologi untuk meningkatkan kualitas pelepah sawit. Fermentasi dapat diterapkan dengan memanfaatkan mikroorganisme dari rumen ternak ruminansia yang dapat menghasilkan enzim pendegradasi serat. Isolasi mikroba pencerna serat dari rumen kerbau didasari atas kemampuannya dalam memanfaatkan pakan menjadi lebih efisien dibandingkan sapi. Hal tersebut terkait dengan tingginya jumlah total bakteri dan persentase mikroba selulolitik dari rumen kerbau dibanding sapi yaitu sebanyak  $3,3 \times 10^9$  CFU/ml (Wanapat *et al.*, 2009a), sedangkan sapi sebanyak  $2,7 \times 10^8$  CFU/ml (Wanapat *et al.*, 2009b). Penggunaan mikroba pencerna serat dari rumen kerbau sebagai isolate pada fermentasi pelepah sawit dan pemanfaatannya sebagai bahan pakan menarik untuk dikaji. Pemanfaatan pelepah sawit fermentasi sebagai pakan dapat dikombinasikan dengan bahan pakan konsentrat, sehingga terbentuk *complete feed* yang merupakan pakan lengkap dengan kandungan nutrisi yang seimbang dan esensial bagi ternak guna mendukung produktivitas ternak baik untuk hidup pokok maupun untuk produksi (Santoso dan Hariadi, 2009).

Kualitas nutrisi *complete feed* berbasis pelepah sawit fermentasi dapat diketahui dengan menguji fermentabilitas dan kecernaannya di dalam rumen secara *in vitro*. Fermentabilitas pakan mencerminkan tingkat degradabilitas pakan di dalam rumen. Konsentrasi VFA menggambarkan banyaknya bahan organik ransum yang mudah didegradasi oleh mikroba rumen. Jumlah VFA yang terbentuk dipengaruhi oleh kecernaan serta kualitas ransum yang difermentasi. *Volatile fatty acids* (VFA) dibentuk dari proses perombakan serat kasar oleh mikroorganisme, sehingga kandungan serat kasar pada ransum akan sangat berpengaruh pada VFA yang terbentuk (Hapsari *et al.*, 2018). Konsentrasi N-NH<sub>3</sub> merupakan salah satu indikator untuk mengetahui fermentabilitas protein pakan, aktivitas mikroba dan populasi mikroba rumen (Rahayu *et al.*, 2018).

Meningkatnya N-NH<sub>3</sub> yang disertai dengan ketersediaan kerangka karbon (VFA) akan menyebabkan sintesis protein mikroba juga meningkat. Peningkatan populasi mikroba di dalam rumen akan berdampak pada peningkatan degradasi dan kecernaan pakan. Sintesis protein mikroba yang optimal membutuhkan suplai nitrogen dan asam organik. Suplai nitrogen berasal dari produksi amonia, sedangkan asam organik

terpenuhi dari produksi VFA yang merupakan hasil fermentasi karbohidrat (Al Qori'ah *et al.*, 2017). Pengujian fermentabilitas secara *in vitro* selain untuk mengetahui konsentrasi N-NH<sub>3</sub> juga dapat digunakan untuk mengukur produksi protein total yang merupakan gabungan dari protein pakan yang lolos dari degradasi rumen dan protein mikroba. Meningkatnya produksi VFA dan N-NH<sub>3</sub> akibat peningkatan kecernaan bahan organik akan meningkatkan sintesis protein mikroba sehingga produksi protein total akan meningkat (Al Qori'ah *et al.*, 2017).

Penelitian bertujuan untuk mengkaji kecernaan dan fermentabilitas *complete feed* berbasis pelepah sawit fermentasi secara *in vitro*. Hipotesis penelitian adalah peningkatan fermentabilitas *complete feed* akan diikuti dengan peningkatan kecernaan dan produksi protein mikroba.

## MATERI DAN METODE

### Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Maret – September 2019 di Laboratorium Ilmu Nutrisi dan Pakan, Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro Semarang. Uji perubahan struktur jaringan dilakukan di Laboratorium Terpadu, Universitas Diponegoro.

### Materi Penelitian

Materi yang digunakan adalah *complete feed* tersusun atas konsentrat dan pelepah sawit fermentasi dengan level yaitu 0, 10, 20 dan 30%. Konsentrat tersusun atas bungkil kelapa sawit, gaplek, bungkil biji kapuk, tetes, minyak sawit, urea, mineral mix dan garam dengan kandungan PK  $\pm 12\%$  dan TDN  $\pm 65\%$ .

### Metode Penelitian

Pelaksanaan penelitian terdiri atas 3 tahap yaitu, pengolahan pelepah sawit fermentasi, formulasi dan pembuatan *complete feed*, dan evaluasi biologis secara *in vitro* yang meliputi fermentabilitas (produksi N-NH<sub>3</sub> dan VFA), degradabilitas (KcBK dan KcBO), produksi biomassa protein mikroba serta produksi protein total.

Tahap pertama adalah pengolahan pelepah sawit fermentasi. Pelepah sawit difermentasi secara anaerob dengan isolat mikroba pencerna serat dari rumen kerbau sebanyak 1% (ml inokulum/g BK), selanjutnya hasil fermentasi pelepah sawit digunakan untuk menyusun *complete feed*. Tahap kedua yaitu formulasi dan

pembuatan *complete feed*. Formulasi *complete feed* menggunakan level pelepah sawit fermentasi yang berbeda yaitu 0, 10, 20, dan 30% berdasarkan bahan kering. *Complete feed* disusun dengan kandungan PK ±12% dan TDN ±65%. Formula *complete feed* dengan level pelepah sawit fermentasi disajikan pada Tabel 1. Tahap ketiga yaitu uji fermentabilitas dan degradabilitas secara *in vitro*, yang meliputi produksi N-NH<sub>3</sub>, produksi VFA, kecernaan bahan kering dan bahan organik, produksi biomassa mikrobia dan protein total.

Analisis kecernaan bahan kering dan organik menggunakan teknik Tilley dan Terry (1963). Metode tersebut terbagi menjadi dua bagian, yaitu pencernaan fermentatif dan pencernaan proteolitik. Masing-masing sampel sebanyak 0,55 gram yang telah ditimbang dimasukkan dalam tabung fermentor. Kemudian ditambahkan larutan penyangga McDougall sebanyak 40 ml dan cairan rumen domba 10 ml, untuk blanko tidak menggunakan sampel hanya larutan penyangga serta cairan rumen saja.

Tabel 1. Formulasi ransum *complete feed* dengan berbagai level pelepah sawit fermentasi (%)

Bahan Pakan	T0	T1	T2	T3
Pelepah Sawit Fermentasi	0	10	20	30
Bungkil Kelapa Sawit	20	20	25	50
Gaplek	12	35	35	12,3
Dedak Padi Kasar	23	23	6	0
Bungkil Biji Kapuk	14	8,3	10	3,4
Tetes	0,7	2	2,1	1
Minyak	0,1	0,2	0,5	2,5
Urea	0	1,2	1,2	0,6
Mineral	0,1	0,1	0,1	0,1
Garam	0,1	0,2	0,1	0,1
Rumput Lapang	30	0	0	0
Total	100	100	100	100
PK (%)	11,98	12,31	12,44	12,08
TDN (%)	64,57	65,18	65,04	64,70
SK (%)	25,56	19,98	21,04	26,02
BETN (%)	48,17	54,62	52,32	40,48

Selanjutnya tabung fermentor diinkubasi selama 48 jam di dalam *waterbath*, setiap 6 jam sekali dilakukan penggojokan. Setelah 48 jam pencernaan fermentasi dihentikan, isi dari tabung fermentasi kemudian disentrifugasi dengan kecepatan 3000 rpm selama 10 menit guna memisahkan endapan dan cairan. Setelah disentrifugasi, cairan dibuang dan endapan yang tersisa ditambahkan pepsin HCl sebanyak 50 ml dan dimasukkan kembali dalam *waterbath* selama 48 jam untuk pencernaan proteolitik, setiap 6 jam sekali dilakukan penggojokan. Setelah inkubasi 48 jam, dilakukan penyaringan dengan pompa vacuum menggunakan kertas saring Whatman 41. Residu yang telah tersaring kemudian dikeringkan dalam oven selama 12 jam pada suhu 105°C. Setelah itu, sampel dimasukkan eksikator selama 15 menit, kemudian ditimbang. Kecernaan bahan kering dihitung dengan rumus :

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

dimana,  
BK = bahan kering,  
KcBK = kecernaan bahan kering

Kecernaan, Fermentabilitas dan Produksi Protein Mikrobia Secara *In Vitro* pada *Complete Feed* Berbasis... (Limbang Kustiawan Nuswantara, et al.)

Penentuan kecernaan bahan organik dilakukan dengan memasukkan residu sampel ke dalam cawan porselin, kemudian dimasukkan dalam tanur selama 6 jam pada suhu 600°C. Selanjutnya dihitung kadar bahan organiknya, didapat dari %BK dikurangi kadar abu. Kecernaan bahan organik dihitung dengan rumus sebagai berikut:

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

dimana,  
BO = bahan organik,  
KcBO = kecernaan bahan organik

Kadar VFA total diukur dengan metode destilasi uap (Dept. Dairy Sci., 1996). Supernatan yang diperoleh ditampung dan ditambahkan 1 ml larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 15%, kemudian ditutup dengan rapat. VFA ditampung hingga 300 mL menggunakan erlenmeyer yang berisi NaOH 0,5 N 5 mL. Dua tetes phenolphthalein telah ditambahkan, kemudian larutan HCl 0,5 N digunakan sebagai titrator, hingga larutan menjadi bening. Konsentrasi VFA ditentukan dengan formula berikut :

$$\text{VFA} = (\text{Y}-\text{Z}) \times \text{N HCl} \times 1000/5 \text{ mM}$$

Y : ml HCl yang dibutuhkan untuk titrasi blanko

Z : ml HCl yang dibutuhkan untuk titrasi hasil destilasi

Produksi N-NH<sub>3</sub> ditentukan dengan teknik Mikrodifusi Conway (Dept. Dairy Sci., 1996). Sebanyak satu (1) ml supernatan yang diperoleh pada inkubasi selama 3 jam, diletakkan sebelah kiri sekat conway dan 1 ml larutan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> jenuh ditempatkan pada sekat sebelah kanan. Cawan kecil di bagian tengah diisi dengan asam borat jenuh berindikator metil merah dan brom kresol hijau sebanyak 1 ml. Kemudian ditutup rapat dengan tutup bervaselin lalu digoyang beberapa menit sehingga supernatan bercampur dengan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. Biarkan selama 24 jam pada suhu kamar. Amonia yang terikat dengan asam borat dititrasi dengan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,0055 N sampai warna berubah kemerah-merahan. Kadar N-NH<sub>3</sub> dihitung dengan rumus berikut :

$$\text{NH}_3 = (\text{ml Titran} \times \text{NH}_2\text{SO}_4 \times 1000) \text{ mM}$$

Nilai protein total diukur menggunakan metode Kjeldahl. Prosedur untuk mengetahui protein total adalah sampel *complete feed* ditimbang sebanyak 0,55-0,56 g dan dicampur dengan cairan rumen sebanyak 10 ml dan larutan *McDougall* 40 ml, kemudian diinkubasi dalam *waterbath* selama 3 jam. Sepuluh (10) ml campuran diendapkan dengan 20 ml campuran TCA 20% dan SSA 2%. Dilakukan sentrifugasi pada 3000 rpm selama 20 menit dan penyaringan dengan kertas saring yang telah dikeringkan dalam oven selama 1 jam pada suhu 105°C. Endapan dan kertas saring dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 5-6 jam kemudian ditimbang beratnya. Endapan dan kertas saring dimasukkan dalam labu destruksi ditambah katalisator selenium 1 g dan asam sulfat pekat teknis 15 ml kemudian dilakukan destruksi sampai warna hijau jernih dalam almari asam. Sampel yang telah didestruksi dimasukkan ke dalam labu destilasi dan ditambahkan 50 ml aquadest dan 40 ml NaOH 45%. Destilasi dilakukan dengan menggunakan penangkap H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> 4% 20 ml dan diberi 2 tetes indikator campuran metil red dan metil blue. Destilasi dilakukan sampai penangkap berubah warna dari ungu menjadi hijau. Hasil destilasi dititrasi dengan HCl 0,1 N sampai warna ungu. Produksi protein total dihitung dengan rumus :

$$\text{Protein} = \frac{[(\text{ml HCl titran} - \text{ml HCl Blanko}) \times \text{N} - \text{HCl} \times 14 \times 6,25]}{\text{bb sampel}} \text{ mg/g}$$

Nilai protein mikrobia diukur dengan metode lowry. Pengukuran biomassa protein mikroba dilakukan dengan cara mencampur 1 ml filtrat enzim dengan 1 ml reagen Lowry D,

kemudian digojlok dan diinkubasi dalam suhu kamar selama 15 menit. Selanjutnya ditambahkan 3 ml larutan Lowry E lalu digojlok dan diinkubasi dalam suhu kamar selama 45 menit. Kemudian diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 540 nm.

#### Analisis Data

Data fermentabilitas dan pencernaan nutrisi yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis ragam, dan bila terdapat pengaruh nyata antar perlakuan dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan. Analisis data dilakukan dengan menggunakan program SPSS Versi 24.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Produksi VFA (VFA), Kecernaan Bahan Kering dan Bahan Organik

Rangkuman hasil penelitian *complete feed* dengan level pelepah sawit fermentasi ditinjau dari produksi VFA, pencernaan bahan kering dan bahan organik ditunjukkan pada Tabel 2. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan pelepah sawit dalam *complete feed* dapat meningkatkan kinerja mikrobial rumen dalam melakukan fermentasi ransum. Hal ini ditunjukkan dari konsentrasi VFA pada *complete feed* dengan penambahan pelepah sawit fermentasi lebih tinggi ( $P < 0,05$ ) dibanding tanpa pelepah sawit. Peningkatan VFA menunjukkan bahwa mikrobial terutama bakteri di dalam cairan rumen mampu mendegradasi sumber karbohidrat ransum menjadi glukosa (Huang *et al.*, 2005; Adriani dan Mushawwir, 2008; Hendratiningrum *et al.*, 2011; Araujo *et al.*, 2015), selanjutnya menghasilkan VFA dengan volume yang cukup tinggi.

Tingginya produksi VFA pada perlakuan T1 diduga disebabkan oleh bahan pakan penyusunnya yang mudah difermentasi seperti gaplek, dedak padi dan tetes dalam jumlah yang cukup besar (Tabel 1). Hasil yang sama juga dilaporkan oleh Hendratiningrum *et al.* (2011) yang melaporkan bahwa konsentrasi VFA total yang tinggi pada sapi yang diberi tambahan onggok basah, disebabkan fermentabilitas dari onggok basah lebih tinggi dibandingkan dengan yang lainnya sehingga mudah diubah menjadi asam selama proses fermentasi. Peningkatan produk fermentasi karbohidrat berupa VFA seiring dengan meningkatnya penggunaan sumber karbohidrat dalam ransum, menunjukkan adanya hubungan paralel dengan KcBK maupun KCBO (Syarifudin *et al.*, 2019).

Tabel 2. Rangkuman hasil produksi VFA (VFA), kecernaan bahan kering dan bahan organik complete feed secara in vitro

Parameter	T0	T1	T2	T3
VFA (mM)	105,8 <sup>b</sup> ± 2,81	142,7 <sup>a</sup> ± 2,84	136,4 <sup>a</sup> ± 2,51	135,7 <sup>a</sup> ± 1,63
KCBK (%)	69,59 <sup>b</sup> ± 2,36	71,9 <sup>a</sup> ± 2,90	69,05 <sup>b</sup> ± 4,25	62,58 <sup>c</sup> ± 2,54
KCBO (%)	63,59 <sup>b</sup> ± 2,21	63,15 <sup>b</sup> ± 2,40	65,50 <sup>a</sup> ± 2,07	52,66 <sup>c</sup> ± 2,38

Keterangan: Superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan adanya perbedaan nyata ( $p < 0,05$ ), KcB: Kecernaan Bahan Kering, KcBO: Kecernaan Bahan Organik, VFA: *Volatile Fatty Acids*

Hasil penelitian menunjukkan bahwa, *complete feed* dengan level 10% pelepah sawit difermentasi (T1) menghasilkan kecernaan bahan kering tertinggi. Tingginya kecernaan bahan kering pada perlakuan T1 ini disebabkan oleh kandungan BETN yang lebih tinggi dan SK yang lebih rendah (Tabel 1). Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Swandyastuti *et al.* (2010) yang melaporkan bahwa, peningkatan dedak dan onggok fermentasi dalam ransum akan meningkatkan nilai nutrisi dari ransum dan meningkatkan nilai kecernaan bahan kering ransum.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa *complete feed* dengan level 30% (T3) pelepah sawit difermentasi menghasilkan kecernaan bahan kering terendah yaitu, sebesar 62,58%. Hal ini merupakan akibat dari tingginya penggunaan serat dalam *complete feed* yang divalidasi dengan adanya penggunaan pelepah sawit fermentasi sebanyak 30% dan bungkil kelapa sawit sebanyak 50%. Hasil penelitian Syafrudin *et al.* (2020) melaporkan bahwa, hasil samping industri pertanian berupa bungkil sawit mempunyai kecernaan bahan kering dan bahan organik terendah yaitu 21,41% dan 22,11% dibandingkan hasil samping industri pertanian lainnya, seperti kulit kopi, janggél, ampas tahu, bungkil kedelai, bungkil kepala dan onggok.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa *complete feed* dengan level 20% pelepah sawit fermentasi (T2) menghasilkan kecernaan bahan organik tertinggi ( $P < 0,05$ ). Tingginya kecernaan bahan organik pada perlakuan T2 diduga dipengaruhi oleh kandungan PK, TDN dan BETN yang relatif tinggi dan kandungan serat kasar yang relatif rendah (Tabel 1). Penambahan *readily available carbohydrate* (RAC) seperti gaplek dan tetes dalam formulasi ransum akan meningkatkan ketersediaan kerangka karbon dan energi bagi mikrobia rumen. Penambahan karbohidrat dalam pakan akan meningkatkan aktivitas metabolisme mikrobia, laju pertumbuhan mikrobia dan laju degradasi substrat oleh mikrobia rumen. *Volatile fatty acids* (VFA) hasil degradasi karbohidrat merupakan sumber energi utama

ternak ruminansia dan berperan sebagai kerangka karbon bagi pembentukan protein mikrobia (Rahayu *et al.*, 2018). Menurut Wijayanti (2012) tinggi rendahnya konsentrasi VFA dipengaruhi oleh tingkat fermentabilitas pakan, jumlah karbohidrat yang mudah larut, serta jenis bakteri yang ada di dalam rumen. Karbohidrat non struktural (pati, pektin, dan gula sederhana) sangat cepat difermentasi dibandingkan dengan karbohidrat non struktural (selulosa, hemiselulosa dan lignin). Tingginya kecernaan juga menunjukkan adanya ketersediaan *rumen degradable protein* (RDP) dan energi dalam bentuk *readily available carbohydrate* (RAC) yang cukup untuk pertumbuhan mikrobia rumen (Anggraeny *et al.*, 2015). Syafrudin *et al.* (2020) menyatakan bahwa, bahan organik dengan TDN tinggi akan menghasilkan energi tinggi yang dimanfaatkan untuk pertumbuhan mikrobia di dalam rumen. Saputro *et al.* (2016) menyatakan, nilai TDN berhubungan erat dengan bahan organik yang merupakan gambaran ketersediaan nutrisi dalam pakan yang dapat dicerna. Wajizah *et al.* (2015) juga melaporkan, tingginya nilai KcBK dan KcBO diduga karena adanya keseimbangan ketersediaan nutrisi untuk menghasilkan pertumbuhan dan aktivitas mikrobia rumen yang optimum dalam mencerna pakan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa *complete feed* dengan level 30% pelepah sawit fermentasi (T3) menghasilkan kecernaan bahan organik terendah. Hal ini selaras dengan hasil analisis KcBK pada perlakuan T3 juga memiliki nilai yang rendah (Tabel 2). Nilai KcBO berhubungan dengan nilai KcBK, karena bahan organik (BO) merupakan bagian dari bahan kering (BK), perbedaannya terletak pada kadar abu. Rendahnya nilai kecernaan bahan organik pada perlakuan T3 juga disebabkan kandungan lemak yang tinggi pada formula T3 (Tabel 1) sehingga memengaruhi lingkungan di dalam rumen (pH). Apabila kadar lemak di dalam pakan terlalu tinggi maka akan timbul pengaruh negatif lemak terhadap degradasi pakan oleh mikrobia dalam rumen (Enjalbert *et al.*, 2017). Lemak di dalam rumen menyebabkan menurunnya jumlah

protozoa (defaunasi). Hal ini disebabkan protozoa tidak memiliki daya lipolisis, akibatnya pada kondisi tinggi lemak dalam rumen, aktivitas metabolisme protozoa terganggu dan akhirnya protozoa tidak mampu bertahan hidup (Puastuti, 2009).

**Produksi NH<sub>3</sub> pada Complete Feed Berbasis Pelepah Sawit Fermentasi**

Hasil penelitian menunjukkan bahwa complete feed dengan level 10% pelepah sawit fermentasi menghasilkan produksi N-NH<sub>3</sub> rumen lebih tinggi (P<0,05) dibanding perlakuan lainnya (Tabel 3) dan masih dalam kisaran normal untuk pertumbuhan mikrobial rumen yang optimal. McDonald *et al.* (2010) menyatakan bahwa, kisaran normal N-NH<sub>3</sub> untuk menunjang pertumbuhan mikrobial rumen yang optimal yakni 6-21mM. Miguel *et al.* (2021) melaporkan, pengaruh penggunaan serat yang berbeda dalam complete feed yang tidak fermentasi menghasilkan produksi N-NH<sub>3</sub> sebesar 8,76 mM dan complete feed fermentasi 12,61 mM.

Tingginya konsentrasi N-NH<sub>3</sub> pada complete feed dengan level 10% pelepah sawit fermentasi dibandingkan dengan perlakuan lain disebabkan kandungan BO yang tinggi dan kecernaan bahan organik yang tinggi. Faktor-faktor yang memengaruhi produksi N-NH<sub>3</sub> adalah kadar protein pakan, kelarutan dan degradabilitas protein, serta sumber dan proporsi karbohidrat terlarut. Tingginya protein pakan dapat meningkatkan konsentrasi N-NH<sub>3</sub> pada ternak ruminansia (Holik *et al.*, 2019). Konsentrasi N-NH<sub>3</sub> yang tinggi menunjukkan protein pakan yang mudah didegrasi oleh mikrobial rumen (Despal *et al.*, 2011; Hindratiningrum *et al.*, 2011). Hasil penelitian menunjukkan bahwa, secara kuantitatif produksi N-NH<sub>3</sub> complete feed berbasis pelepah sawit cukup untuk mendukung biosintesis protein mikrobial rumen, yaitu berkisar 6,48-8,18 mM. Yuan *et al.* (2010) menyatakan, untuk pertumbuhan mikrobial rumen yang optimal dibutuhkan konsentrasi N-NH<sub>3</sub> sebesar 4-21 mM.

Tabel 3. Produksi N-NH<sub>3</sub>, biomassa protein mikroba dan produksi protein total complete feed berbasis pelepah sawit fermentasi

Parameter	T0	T1	T2	T3
N-NH <sub>3</sub> (mM)	6,48 <sup>b</sup> ± 0,79	7,36 <sup>ab</sup> ± 0,61	8,18 <sup>a</sup> ± 1,11	6,60 <sup>b</sup> ± 0,96
Protein Mikroba (mg/ml)	15,04 ± 2,51	15,75 ± 2,98	12,59 ± 2,75	15,31 ± 2,63
Protein Total (mg/g)	34,10 <sup>ab</sup> ± 6,81	23,72 <sup>b</sup> ± 6,19	33,72 <sup>ab</sup> ± 4,22	40,80 <sup>a</sup> ± 6,32

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

**Biomassa Protein Mikroba pada Complete Feed Berbasis Pelepah Sawit Fermentasi**

Berdasarkan hasil analisis ragam terhadap biomassa protein mikrobial didapatkan hasil bahwa pada masing-masing perlakuan mempunyai pengaruh yang sama (Tabel 3). Hasil ini lebih rendah dari hasil penelitian Firsoni dan Yunita (2014) pada complete feed yang mengandung daun *Chromolaena odorata* menghasilkan biomassa protein berkisar 107,05 -114,21 mg/ml. Protein mikrobial pada penelitian ini tidak menunjukkan pengaruh nyata, walaupun N-NH<sub>3</sub> dan VFA yang dihasilkan menunjukkan adanya perbedaan yang nyata (P<0,05). Hal ini disebabkan oleh ketersediaan nutrisi telah mencukupi untuk sintesis protein mikrobial yang optimal. Populasi mikrobial rumen yang tidak berbeda nyata, diduga karena produk fermentasi berupa asam lemak terbang dan N-NH<sub>3</sub> dalam kondisi normal (Hidayat *et al.*, 2021). Pertumbuhan mikrobial rumen yang optimal membutuhkan N-NH<sub>3</sub> 3,65-7,30 mM/L cairan rumen (Suwandiyastuti *et al.*, 2010). Sintesis

protein mikrobial selain membutuhkan N-NH<sub>3</sub> sebagai sumber nitrogen, juga membutuhkan energi, asam amino asal protein pakan yang bermutu sebagai kerangka karbon. Apabila N-NH<sub>3</sub> berlebih (tersedia dalam jumlah yang cukup) tetapi tidak terdapat asam alpha-keto dan VFA, maka sintesis menjadi asam amino (selanjutnya menjadi peptida dan protein) terhambat karena mikrobial rumen tidak dapat memanfaatkannya dengan baik sehingga N-NH<sub>3</sub> rumen tidak bermanfaat, akibatnya sintesis protein mikrobial rendah. Hindratiningrum *et al.* (2011) menyatakan bahwa, adanya saling ketergantungan antara proses fermentasi dengan produksi protein mikrobial. Energi yang digambarkan sebagai ATP diperoleh dari fermentasi anaerobik karbohidrat. Amonia (N-NH<sub>3</sub>) mempunyai peranan yang penting dalam sintesis protein mikrobial sebagai sumber N.

### Produksi Protein Total pada *Complete Feed* Berbasis Pelepah Sawit Fermentasi

Hasil penelitian menunjukkan bahwa produksi protein total pada T3 lebih tinggi dibandingkan dengan T0, T1 dan T2. Protein total adalah gambaran dari protein pakan yang tidak terdegradasi di dalam rumen dan protein mikrobia yang merupakan gambaran protein yang tersedia. Hasil analisis pengukuran produksi protein total *complete feed* berbasis pelepah sawit yang diperoleh sangat rendah. Hasil penelitian Prayitno *et al.* (2018) menunjukkan, konsentrat dengan suplemen protein hijauan leguminosa menghasilkan produksi protein total berkisar 126,43-225,80 mg/g. Rendahnya produksi protein total pada penelitian ini diduga disebabkan oleh ketersediaan *rumen undegraded protein* (RUP) yang rendah pada bahan pakan yang digunakan sebagai penyusun *complete feed*, sehingga berakibat pada produksi protein total yang rendah. Mikrobia mendegradasi protein dalam rumen tidak mengenal batas, proses degradasi tersebut dapat berlangsung terus walaupun N-NH<sub>3</sub> yang dihasilkan sudah cukup memenuhi kebutuhan mikrobia rumen. Tingginya tingkat degradasi protein menjadi N-NH<sub>3</sub> menyebabkan semakin rendahnya protein yang lolos degradasi untuk mengalami pencernaan di abomasum dan usus sehingga protein *bypass* rendah. Prayitno *et al.* (2018) melaporkan bahwa, pasokan mikrobia dan protein lolos degradasi merupakan salah satu faktor yang memengaruhi jumlah protein total yang terserap dalam usus halus.

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa, penggunaan pelepah sawit fermentasi dengan level 20% dalam *complete feed* menghasilkan KcBO paling tinggi, sehingga dapat menjadi pakan alternatif pengganti hijauan, namun dalam pemanfaatannya perlu dilakukan manipulasi dengan menyediakan sumber kerangka karbon yang mencukupi kebutuhan mikrobia agar biosintesis protein mikrobia dapat berlangsung optimal.

### DAFTAR PUSTAKA

- Al Qori'ah., Surono., Sutrisno., 2017. Sintesis protein mikroba dan aktivitas selulolitik akibat penambahan level zeolit sumber nitrogen slow release pada glukosa murni secara *in vitro*. *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan*. 26(2):1-7.
- Anggraeny, Y.N., Soetanto, H., Kusmartono., Hartutik., 2015. Sinkronisasi suplai protein dan energi dalam rumen untuk meningkatkan efisiensi pakan berkualitas rendah. *Wartazoa*. 25(3):107-116
- Araujo, A.P.C., Venturelli, B.C., Santos, M.C.B., Gardinal, R., Consolo, N.R.B., Calomeni, G.D., Freitas, J.E., Barletta, R.V., Gandra, J.R., Paiva, P.G., Renno, F.P., 2015. Chitosan affects total nutrient digestion and ruminal fermentation in Nellore steers. *Anim. Feed Sci. Tech*. 206: 114-118.
- Departement of Dairy Science. 1996. General Laboratory Procedures. University of Winconsin, Madison.
- Despal., Permana, I.G., Safarina, S.N., Tatra, A.J., 2011. Penggunaan berbagai sumber karbohidrat terlarut air untuk meningkatkan kualitas silase daun rami. *Media Peternakan*. 34(2):69-76.
- Enjalbert, F., Combes, S., Zened, A., Meynadier, A., 2017. Rumen microbiota and dietary fat: a mutual shaping. *J. Appl. Microbiol*. 123: 782-797
- Firsoni, Yunita, R., 2014. Uji degradabilitas *complete feed* yang mengandung daun *Chromolaena odorata* secara *in vitro*. *J. Peternakan Indonesia*. 16 (2):89-95
- 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*. *J. Agripet*. 18(1): 1-9
- Hidayat, T., Sudana, S.S., Tanuwiria, U.H., Hernaman, I., 2021. Fermentabilitas ransum sapi perah berbasis jerami padi dan daun kaliandra yang disuplementasi konsentrat terfermentasi. *J. Peternakan*. 18(1): 13-18
- Hindratiningrum, N., Bata, M., Santosa, S.A., 2011. Produk fermentasi rumen dan produksi protein mikroba sapi lokal yang diberi pakan jerami amoniasi dan beberapa bahan pakan sumber energi. *J. Agripet*. 11(2): 29-34.
- Holik, Y.L.A., Abdullah, L., Karti, P.D.M.H., 2019. Evaluasi nutrisi silase kultivar baru tanaman sorgum (*Sorghum bicolor*) dengan penambahan legum *Indigofera sp.* pada taraf berbeda. *J. Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan*. 17(2):38-46.



- Huang, R.L., Lin, Y.L., Wu, G.Y., Li, T.J., Li, L.L., Yang, C.B., Zhang, J., Wang, B., Deng, Z.Y., Zhang, Y.G., Tang, Z.R., Kang, P., Guo, Y.M., 2005. Effect of dietary oligochitosan supplementation on ileal digestibility of nutrients and performance in broilers. *China Agricultural Univ. Press*, Beijing, China.
- Mathius, W.I., 2008. Pengembangan sapi potong berbasis industri kelapa sawit. pusat penelitian dan pengembangan peternakan bogor. *Pengembangan Inovasi Pertanian*. I(2): 206-224.
- McDonald, P, Edwards, R., Greenhalgh, J., Morgan, C., Sinclair, L., Wilkinson, R., 2010. *Animal Nutrition*. 7<sup>th</sup> Ed. London (UK): Pearson Education
- Miguel, M., Mamuad, L., Ramos, S., Ku, M.J., Jeong, C.D., Kim, S.H., Cho1, Y.I., Lee, S.S., 2021. Effects of using different roughages in the total mixed ration inoculated with or without coculture of *Lactobacillus acidophilus* and *Bacillus subtilis* on in vitro rumen fermentation and microbial Population. *Animal Bioscience*. 34(4):642-651
- Prayitno, R.S., Wahyono, F., Pangestu, E., 2019. Pengaruh suplementasi sumber protein hijauan leguminosa terhadap produksi ammonia dan protein total ruminal secara in vitro. *J. Peternakan Indonesia*. 20(2): 116-123
- Puastuti, W., 2009. Manipulasi bioproses dalam rumen untuk meningkatkan penggunaan pakan berserat. *Wartazoa*. 19(4):180-190
- 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. *J. Peternakan Indonesia*. 20(3): 166-174.
- Santoso, B., Hariadi, B.T., 2009. Evaluation of nutritive value and in vitromethane production of feedstuffs from agricultural and food industry by products. *J. Indonesia Trop. Anim. Agric*. 34(3): 189-195.
- Saputro, Widyawati, T.S.D., Suharto. 2016. Evaluasi nutrisi perbedaan rasio dedak padi dan ampas bir ditinjau dari nilai TDN ransum domba lokal jantan. *J. Sains Peternakan*. 14(1): 27 - 35.

- Saripudin, A., Nurpauza, S., Ayuningsi, B., Hernaman, I., Tarmidi, A.R., 2019. Fermentabilitas dan pencernaan ransum domba yang mengandung limbah roti secara in vitro. *J. Agripet*: 19(2): 85-90.
- Suwandyastuti., Rimbawanto., Iriyanti, N., 2010. Pengaruh imbalan jerami padi, dedak padi dan onggok terfermentasi terhadap pencernaan dan produk fermentasi rumen secara in vitro. *J. Agripet*. 10(2): 59-63.
- Syafrudin, A.I., Pangestu, E., Christiyanto, M., 2020. Nilai total digestible nutrient pada bahan pakan by- product industri pertanian sebagai pakan kambing yang diuji secara in vitro. *J. Sain Peternakan Indonesia*. 15(3): 302-307.
- Tilley, J.M.A., Terry, R.A., 1963. A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops. *J. Br. Grsl. Soc.* 18: 104 -111.
- Wajizah, S., Samadi, Usman, Y., Mariana, E., 2015. Evaluasi nilai nutrisi dan pencernaan in vitro pelepah kelapa sawit (oil palm fronds) yang difermentasi menggunakan *Aspergillus niger* dengan penambahan sumber karbohidrat yang berbeda. *J. Agripet*. 15(1): 13-19.
- Wanapat, M., Pilajun, R., Kongmun, P., 2009a. Ruminant ecology of swamp buffalo as influenced by dietary sources. *J. Anim. Feed Sci. Technol.* 151: 205-214.
- Wanapat, M., Polyorach, S., Boonnop, K., Mapato, C., Cherdthong, A., 2009b. Effects of treating rice straw with urea or urea and calcium hydroxide upon intake, digestibility, rumen fermentation and milk yield of dairy cows. *Lives. Sci.* 125: 238-243.
- Wijayanti, E., Wahyono, F., Surono., 2012. Kecernaan nutrisi dan fermentabilitas pakan komplit dengan level ampas tebu yang berbeda secara in vitro. *J. Anim. Agric.* 1(1): 167-179.
- Yuan, Z.Q., Tang, S.X., Zeng, B., Wang, M., Tan, Z.L., Sun, Z.H., Zhou, C.S., Han, X.F., Bamikole, M.A., 2010. Effects of dietary supplementation with alkyl polyglycoside, a nonionic surfactant, on nutrient digestion and ruminal fermentation in goats. *J. Anim. Sci.* 88: 3984-3991.