



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^{1*}, Eko Pangestu, Sunarso¹, dan Marry Christiyanto¹

¹Fakultas 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-NH₃, 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-NH₃, 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 NH₃, 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, mikroba, N-NH₃, 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-NH₃, 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-NH₃ 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-NH₃ 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, 15.75, 23.72, 33.72 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, NH₃, 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 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% 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-NH₃ merupakan salah satu indikator untuk mengetahui fermentabilitas protein pakan, aktivitas mikroba dan populasi mikroba rumen (Rahayu *et al.*, 2018).

Meningkatnya N-NH₃ 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-NH₃ 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-NH₃ 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-NH₃ 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-NH₃, 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 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 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

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 H₂SO₄ 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-NH₃ 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 Na₂CO₃ 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 Na₂CO₃. Biarkan selama 24 jam pada suhu kamar. Amonia yang terikat dengan asam borat dititrasi dengan H₂SO₄ 0,0055 N sampai warna berubah kemerah-merahan. Kadar N-NH₃ 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 H₃BO₃ 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 mikrobia 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), pencernaan bahan kering dan bahan organik complete feed secara in vitro

Parameter	T0	T1	T2	T3
VFA (mM)	105,8 ^b ± 2,81	142,7 ^a ± 2,84	136,4 ^a ± 2,51	135,7 ^a ± 1,63
KCBK (%)	69,59 ^b ± 2,36	71,9 ^a ± 2,90	69,05 ^b ± 4,25	62,58 ^c ± 2,54
KCBO (%)	63,59 ^b ± 2,21	63,15 ^b ± 2,40	65,50 ^a ± 2,07	52,66 ^c ± 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 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%. 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 pencernaan 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 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. *Volatiles 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 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 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 NH₃ pada Complete Feed Berbasis Pelepah Sawit Fermentasi

Hasil penelitian menunjukkan bahwa *complete feed* dengan level 10% pelepah sawit fermentasi menghasilkan produksi N-NH₃ 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-NH₃ untuk menunjang pertumbuhan mikrobial rumen yang optimal yakni 6-21 mM. Miguel *et al.* (2021) melaporkan, pengaruh penggunaan serat yang berbeda dalam *complete feed* yang tidak fermentasi menghasilkan produksi N-NH₃ sebesar 8,76 mM dan *complete feed* fermentasi 12,61 mM.

Tingginya konsentrasi N-NH₃ 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 memengaruhi produksi N-NH₃ adalah kadar protein pakan, kelarutan dan degradabilitas protein, serta sumber dan proporsi karbohidrat terlarut. Tingginya protein pakan dapat meningkatkan konsentrasi N-NH₃ pada ternak ruminansia (Holik *et al.*, 2019). Konsentrasi N-NH₃ 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-NH₃ *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-NH₃ sebesar 4-21 mM.

Tabel 3. Produksi N-NH₃, biomassa protein mikroba dan produksi protein total *complete feed* berbasis pelepah sawit fermentasi

Parameter	T0	T1	T2	T3
N-NH ₃ (mM)	6,48 ^b ± 0,79	7,36 ^{ab} ± 0,61	8,18 ^a ± 1,11	6,60 ^b ± 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 ^{ab} ± 6,81	23,72 ^b ± 6,19	33,72 ^{ab} ± 4,22	40,80 ^a ± 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 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) pada *complete feed* yang mengandung daun *Chromolaena odorata* menghasilkan biomassa protein berkisar 107,05 -114,21 mg/ml. Protein mikroba pada penelitian ini tidak menunjukkan pengaruh nyata, walaupun N-NH₃ dan VFA yang dihasilkan menunjukkan adanya perbedaan yang nyata ($P < 0,05$). Hal ini disebabkan oleh ketersediaan nutrisi telah mencukupi untuk sintesis protein mikroba yang optimal. Populasi mikrobial rumen yang tidak berbeda nyata, diduga karena produk fermentasi berupa asam lemak terbang dan N-NH₃ dalam kondisi normal (Hidayat *et al.*, 2021). Pertumbuhan mikrobial rumen yang optimal membutuhkan N-NH₃ 3,65-7,30 mM/L cairan rumen (Suwandiyastuti *et al.*, 2010). Sintesis

protein mikroba selain membutuhkan N-NH₃ sebagai sumber nitrogen, juga membutuhkan energi, asam amino asal protein pakan yang bermutu sebagai kerangka karbon. Apabila N-NH₃ 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-NH₃ rumen tidak bermanfaat, akibatnya sintesis protein mikroba 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-NH₃) mempunyai peranan yang penting dalam sintesis protein mikrobial sebagai sumber N.

Produksi Protein Total pada *Complete Feed* Berbasis Pelepeh 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 pelepeh sawit yang diperoleh sangat rendah. Hasil penelitian Prayitno *et al.* (2018) menunjukkan, konsentrat dengan suplemen protein hijau 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. Mikrobial mendegradasi protein dalam rumen tidak mengenal batas, proses degradasi tersebut dapat berlangsung terus walaupun N-NH₃ yang dihasilkan sudah cukup memenuhi kebutuhan mikrobial rumen. Tingginya tingkat degradasi protein menjadi N-NH₃ 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 mikrobial 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 pelepeh 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 mikrobial agar biosintesis protein mikrobial dapat berlangsung optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Al Qori'ah., Surono., Sutrisno., 2017. Sintesis protein mikrobial 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 Nelore steers. *Anim. Feed Sci. Tech.* 206: 114-118.
- Departement of Dairy Science. 1996. General Laboratory Procedures. University of Wisconsin, 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 mikrobial 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*. 1(2): 206-224.
- McDonald, P, Edwards, R., Greenhalgh, J., Morgan, C., Sinclair, L., Wilkinson, R., 2010. *Animal Nutrition*. 7th 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 imbalanced 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. Sains 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.