



**PENGARUH PERBEDAAN ARAS STARTER PADA FERMENTASI SABUT KELAPA
TERHADAP KECERNAAN BAHAN PAKAN DAN PRODUKSI
VOLATILE FATTY ACIDS SECARA *IN VITRO***

*The Effect of Starter Level on Fermentation Coconut Coir to Feed Digestibility and Volatile Fatty
Acids Production with In Vitro Method*

Aulia Rahman*, Sunarso, B.I.M. Tampoebolon, L.K. Nuswantara

Faculty of Animal and Agricultural Science, University of Diponegoro

Ds. Dudakawu RT 03/05, Kembang, Jepara, Jawa Tengah, 59457

**E-mail : aulia180597@gmail.com*

Submitted : April 8, 2020

Accepted : July 11, 2020

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh aras starter pada fermentasi sabut kelapa terhadap Kecernaan Bahan Kering (KcBK), Kecernaan Bahan Organik (KcBO) dan *Volatile Fatty Acids* (VFA) dengan metode *in vitro*. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL). Percobaan terdiri dari 4 perlakuan aras starter yaitu T₀ (fermentasi sabut kelapa + 0% starter), T₁ (fermentasi sabut kelapa + 2% starter), T₂ (fermentasi sabut kelapa + 4% starter), dan T₃ (fermentasi sabut kelapa + 6% starter) dengan 5 ulangan tiap perlakuan dan lama fermentasi 10 hari. Hasil penelitian menunjukkan sabut kelapa yang difermentasi dengan aras starter sampai 6% dapat meningkatkan ($P < 0,05$) KcBK dan KcBO tetapi berpengaruh tidak nyata pada VFA. Rata-rata nilai KcBK dan KcBO pada perlakuan T₀, T₁, T₂ dan T₃ berturut-turut adalah KcBK 28,08%; 30,71%; 34,27%; 35,78% dan KcBO 28,73%; 31,81%; 35,21%; 36,88%. Rata-rata nilai produksi VFA pada perlakuan T₀, T₁, T₂ dan T₃ berturut-turut adalah 130 mM, 125 mM, 118 mM dan 120 mM. Simpulan penelitian adalah pemberian aras starter mampu meningkatkan KcBK dan KcBO dan produksi VFA memiliki kecenderungan menurun serta pemberian aras starter optimal pada level 4%.

Kata kunci : Fermentasi, *In vitro*, Kecernaan, Sabut kelapa, *Volatile fatty acid*.

ABSTRACT

This study aimed to examine the effect of starter level on coconut coir fermentation on Dry Matter Digestibility (DMD), Organic Matter Digestibility (OMD) and Volatile Fatty Acids (VFA) with in vitro method. The experimental design used was a Completely Randomized Design (CRD). The experiment consisted of 4 starter level treatments namely T₀ (coconut coir fermentation + 0% starter), T₁ (coconut coir fermentation + 2% starter), T₂ (coconut coir fermentation + 4% starter), and T₃ (coconut coir fermentation + 6% starter) with 5 replications per treatment and 10 days fermentation for all treatment. The results showed that coconut coir fermented with starter level up to 6% could increase ($P < 0.05$) DMD and OMD but had no significant effect on VFA. The average DMD and OMD values for T₀, T₁, T₂ and T₃ treatments consecutively were DMD 28,08%; 30,71%; 34,27%; 35,78% and OMD 28,73%; 31,81%; 35,21%; 36,88%. The average value of VFA production in T₀, T₁, T₂ and T₃ treatments consecutively were 130 mM, 125 mM, 118 mM and 120 mM. The conclusion of this study was the level of starter was able to increase DMD and OMD but production of VFA had a downward trend with the optimal level of starter was 4%.

Keywords: Coconut coir, Digestibility, Fermentation, *In vitro*, Volatile fatty acid.

PENDAHULUAN

Pakan ternak merupakan salah satu faktor penentu dalam usaha peternakan karena berguna untuk kelangsungan hidup pokok, produksi dan reproduksi ternak tetapi ketersediaan hijauan pakan seringkali tidak menentu dan tergantung pada musim. Ketersediaan pakan saat musim kemarau seringkali terbatas, sehingga perlu adanya pakan alternatif.

Sabut kelapa salah satu sisa hasil perkebunan yang berpotensi menjadi pakan alternatif bagi ternak ruminansia, karena luas lahan perkebunan kelapa di Indonesia pada tahun 2017, yaitu 2.619.264 Ha dengan produksi 2.871.280 ton dan pada produksi kelapa di Jawa Tengah sebesar 158.749 ton dengan luas area 225.252 Ha (Ditjenbun, 2016). Produksi kelapa yang tinggi dan pemanfaatan limbah kelapa tidak lebih dari 3% mengakibatkan sabut kelapa berpotensi menjadi pakan alternatif (Bondra *et al.*, 2018). Sabut kelapa mengandung serat kasar 30,34% dan kadar abu 3,95% (Oladayo, 2010). Kandungan serat kasar yang semakin tinggi pada bahan pakan dapat mengakibatkan pencernaan pakan semakin rendah (Riswandi *et al.*, 2015). Kualitas pakan dapat ditingkatkan dengan melakukan pengolahan pakan secara fisik, kimia, biologis atau gabungan.

Fermentasi pakan merupakan salah satu pengolahan pakan secara biologis. Fermentasi pakan dapat merubah senyawa kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana dengan memanfaatkan mikroorganisme (Soares *et al.*, 2018). Serat kasar yang terkandung dalam sabut kelapa dapat diturunkan dengan fermentasi pakan. Serat kasar yang turun mengakibatkan aktivitas degradasi mikrobial dalam rumen meningkat, sehingga pencernaan bahan kering (KcBK) dan pencernaan bahan organik (KcBO) meningkat. Peningkatan pencernaan bahan pakan mengakibatkan produksi *volatile fatty acids* (VFA) meningkat. Produksi VFA berhubungan dengan fermentabilitas karbohidrat di dalam rumen oleh aktivitas mikrobial rumen karena sebagian besar VFA diperoleh dari fermentabilitas karbohidrat pakan (Muchlas *et al.*, 2014). Ruminansia menjadikan VFA menjadi sumber energi utama (Rahayu *et al.*, 2018). Tujuan penelitian untuk mengkaji pengaruh perbedaan aras starter pada fermentasi sabut kelapa terhadap KcBK, KcBO dan produksi VFA pada sabut kelapa.

MATERI DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada bulan November 2018 sampai Maret 2019 di Laboratorium Ilmu Nutrisi Pakan, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro, Semarang.

Materi

Materi yang digunakan adalah sabut kelapa, starter komersial "*Profeed*", urea, *molasses*, cairan rumen sapi Simental, larutan McDougall, larutan pepsin-HCl, aquades, gas CO₂, kertas saring "*Whatman no.41*", NaOH 0,5N, H₂SO₄ 15%, indikator *phenolphthalein* (PP) 1%, alkohol 70%, aseton, dan HCl 0,5N. Alat yang digunakan yaitu *grinder*, *autoclave*, *erlenmeyer*, *beker glass*, *spet* ukuran 5ml dan 3 ml, *blender*, *freezer*, *nampan*, *bunsen*, *botol fermentor*, *dry box*, *gelas ukur* 50ml dan 25ml, *tabung CO₂*, *timbangan analitik*, *tabung fermentor*, *tutup fermentor*, *waterbath*, *centrifuge*, *botol 50ml*, *tabung destilasi*, *labu pendingin*, *tanur listrik*, *oven*, *buret*.

Metode

Metode penelitian secara eksperimental dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Penelitian menggunakan 4 perlakuan dan tiap perlakuan 5 ulangan. Penelitian dilakukan melalui 3 tahap: 1) tahap pertama persiapan alat dan bahan meliputi pengadaan bahan, sterilisasi alat dan bahan; 2) tahap kedua pembuatan fermentasi sabut kelapa dengan lama fermentasi 10 hari; 3) tahap ketiga analisis *in vitro*. Perlakuan penelitian sebagai berikut:

- T0 : sabut kelapa fermentasi tanpa penambahan starter *Profeed*
- T1 : sabut kelapa fermentasi dengan starter *Profeed* 2% dari BK sabut kelapa
- T2 : sabut kelapa fermentasi dengan starter *Profeed* 4% dari BK sabut kelapa
- T3 : sabut kelapa fermentasi dengan starter *Profeed* 6% dari BK sabut kelapa

Parameter yang diamati adalah KcBK, KcBO dan produksi VFA. Pencernaan bahan kering dan KcBO menggunakan metode Tilley dan Terry (1963). Produksi VFA menggunakan metode *Steam Destillation* (Departement of Dairy Science, 1966). Rumus yang digunakan untuk mengukur KcBK, KcBO dan VFA menurut Widodo *et al.* (2012) sebagai berikut:

KcBK (%) =

$$\frac{\text{Bobot BK sampel (g)} - \text{Bobot BK residu (g)} - \text{Bobot BK blanko (g)}}{\text{Bobot BK awal (g)}} \times 100$$

KcBO (%) =

$$\frac{\text{Bobot BO sampel (g)} - \text{Bobot BO residu (g)} - \text{Bobot BO blanko (g)}}{\text{Bobot BO awal (g)}} \times 100$$

$$\text{VFA total (mM)} = (a-b) \times \text{N-HCl} \times \left(\frac{1000}{5} \right)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Nilai rata-rata KcBK, KcBO, dan produksi VFA pada sabut kelapa difermentasi dengan perlakuan perbedaan aras starter ditampilkan pada Tabel 1.

Kecernaan Bahan Kering

Berdasarkan analisis ragam pada perlakuan perbedaan aras starter berpengaruh nyata ($P < 0,05$) meningkatkan Kecernaan Bahan Kering (KcBK) pada sabut kelapa yang telah difermentasi. Peningkatan KcBK sabut kelapa diakibatkan oleh ikatan lignin yang terkandung dalam sabut kelapa terhadap selulosa dan hemiselulosa merenggang akibat proses fermentasi. Simbolon *et al.*, (2016) menyatakan penggunaan bakteri penghasil enzim selulase pada fermentasi bahan pakan dapat melonggarkan ikatan kompleks ligno selulosa dan ligno hemiselulosa, sehingga kecernaan bahan kering meningkat. Bakteri selulolitik dan hemiselulolitik yang terkandung dalam starter dalam fermentasi sabut kelapa akan menghasilkan enzim selulase dan hemiselulase yang akan merenggangkan ikatan ligno selulosa dan ligno hemiselulosa. Ikatan lignin yang semakin merenggang akan meningkatkan kecernaan karena lignin memiliki degradabilitas yang rendah. Anindyawati (2009) menyatakan enzim yang berperan dalam

degradasi ligno selulosa adalah enzim yang bersifat selulolitik, hemiselulolitik dan lignolitik.

Kecernaan bahan kering pada sabut kelapa difermentasi pada perlakuan T_0 , T_1 , T_2 , T_3 berturut-turut yaitu, 28,08%, 30,71%, 34,27% dan 35,78% (Tabel 1 dan Gambar 1). Hasil uji statistik pada pemberian aras starter 6% (T_3 :35,78%) memiliki rata-rata KcBK tertinggi dan berbeda tidak nyata dengan aras 4% (T_2 :34,27%) tetapi berpengaruh nyata lebih tinggi dari aras 2% (T_1 :30,71%) dan 0% (T_0 :28,08%). Nilai rata-rata KcBK relatif rendah tetapi mengalami peningkatan pada perlakuan aras yang semakin tinggi dengan pemberian optimal pada perlakuan aras starter T_2 (4%), dan pada perlakuan T_3 (6%) menunjukkan kenaikan yang berbeda tidak nyata. Fathul dan Wajizah (2010) menyatakan kecernaan bahan pakan yang baik memiliki nilai lebih dari 60%.

Nilai KcBK yang meningkat menunjukkan ikatan ligno selulosa dan ligno hemiselulosa merenggang akibat bahan pakan difermentasi menggunakan starter yang mengandung bakteri selulolitik dan hemiselulolitik. Sukarti *et al.*, (2012) menyatakan bahwa fermentasi dapat mengubah senyawa kompleks dalam bahan pakan menjadi lebih sederhana melalui aktivitas mikrobia. Faktor lain yang dapat mempengaruhi KcBK yaitu anti nutrisi tanin yang terkandung pada sabut kelapa diduga menurun selama proses fermentasi bahan pakan. Tanin akan membentuk proteksi pada nutrisi yang akan mengurangi kemampuan degradasi mikrobia. Fariyani dan Akhadiarto (2011) menyatakan bahwa tanin merupakan salah satu anti nutrisi pada pakan yang dapat menurunkan kecernaan dan palatabilitas serta dapat menurunkan aktifitas degradasi mikrobia akibat tanin mengikat nutrisi pakan.

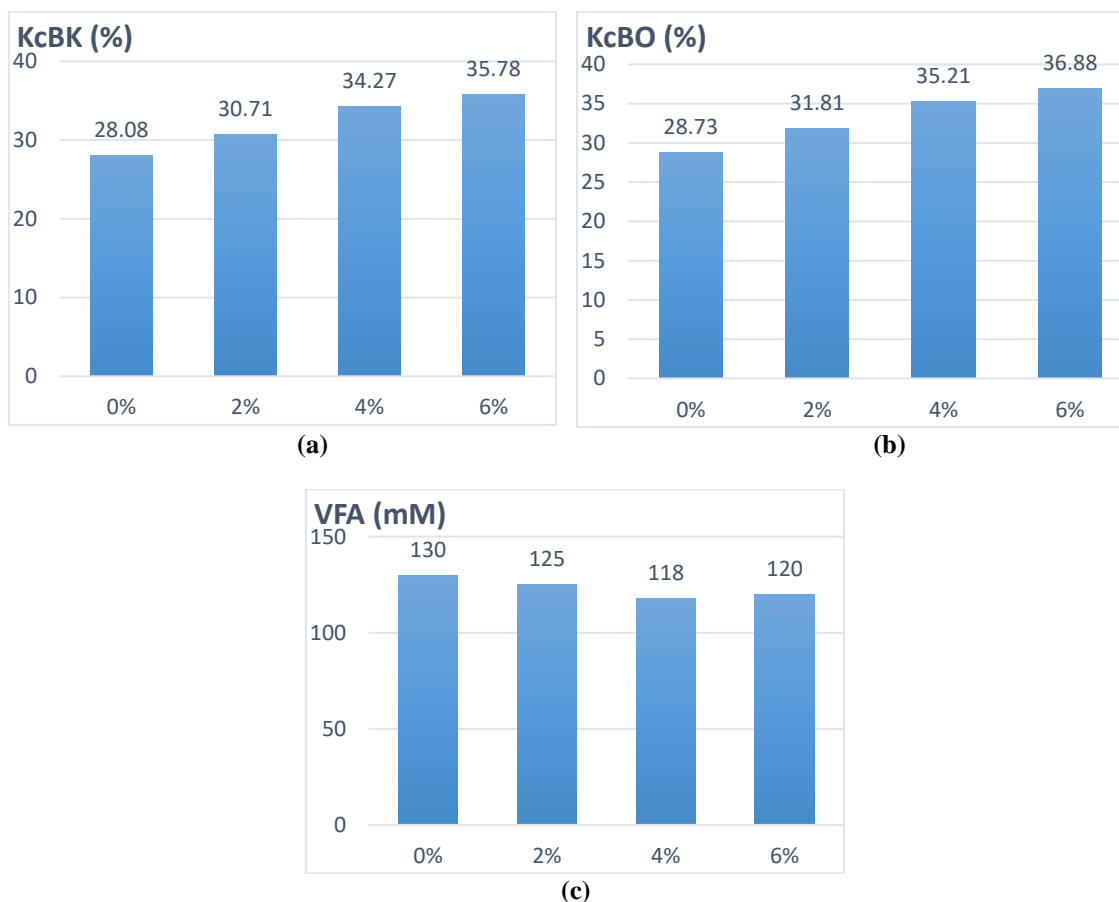
Tabel 1. Nilai rata-rata KcBK, KcBO dan VFA pada sabut kelapa difermentasi.

The Mean Values of DMD, OMD and VFA's on Fermented Coconut Coir.

Parameter	Perlakuan Treatment			
	T_0	T_1	T_2	T_3
KcBK/DMD (%)	28,08 ^c	30,71 ^b	34,27 ^a	35,78 ^a
KcBO/OMD (%)	28,73 ^c	31,81 ^b	35,21 ^a	36,88 ^a
VFA/VFA's (mM)	130	125	118	120

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

Different superscripts on the same line show real differences ($P \leq 0,05$).



Gambar 1. Nilai rata-rata parameter penelitian (a) Kecernaan Bahan Kering (KcBK), (b) Kecernaan Bahan Organik (KcBO), (c) Volatile fatty acid (VFA) (*Average value of research parameters (a) Dry Matter Digestibility, (b) Organic Matter Digestibility, (c) Volatile fatty acid*)

Kecernaan Bahan Organik

Berdasarkan analisis ragam pada perlakuan perbedaan aras starter berpengaruh nyata ($P < 0,05$) meningkatkan Kecernaan Bahan Organik (KcBO) pada sabut kelapa difermentasi. Peningkatan KcBO dapat diakibatkan lignin yang membentuk senyawa kompleks pada bahan pakan merenggang dan menjadi senyawa yang lebih sederhana. Ikatan lignin yang merenggang karena aktivitas enzim selulase. Enzim selulase dihasilkan oleh bakteri selulolitik selama proses fermentasi bahan pakan. Enzim selulase akan memecah selulosa menjadi gula sederhana. Nurhajati dan Suprpto (2013) menyatakan bahwa bakteri selulolitik menghasilkan enzim selulase dan merupakan enzim kompleks yang terdiri dari beberapa tahapan dalam menguraikan selulosa menjadi glukosa. Ikatan senyawa kompleks yang telah merenggang menjadi lebih sederhana membuat KcBO meningkat. Dewi *et al.*, (2012) menyatakan peningkatan aktivitas mikrobial rumen dalam menghasilkan enzim

selulase dapat meningkatkan metabolisme mikrobial, sehingga pencernaan bahan organik meningkat.

Kecernaan bahan organik pada sabut kelapa difermentasi pada perlakuan T_0 , T_1 , T_2 , T_3 berturut-turut yaitu, 28,73%, 31,81%, 35,21% dan 36,88% (Tabel 1 dan Gambar 2). Perlakuan pada aras starter 6% (T_3 :36,88%) memiliki nilai rata-rata KcBO tertinggi dan berbeda tidak nyata dengan aras 4% (T_2 :35,21%) tetapi berpengaruh nyata lebih tinggi dari aras 2% (T_1 :31,81%) dan 0% (T_0 :28,73%). Nilai rata-rata KcBO relatif rendah tetapi mengalami peningkatan. Fathul dan Wajizah (2010) menyatakan nilai pencernaan pakan yang baik yaitu, lebih dari 60%. Nilai KcBO meningkat (Gambar 2) sejalan dengan KcBK tetapi relatif lebih tinggi dibandingkan KcBK dapat diakibatkan dalam fermentasi mikrobial mendegradasi bahan organik dan tidak mendegradasi bahan anorganik. Pujowati *et al.*, (2012) menyatakan KcBO memiliki pencernaan yang sejalan dengan KcBK karena komponen

bahan organik sama dengan bahan kering kecuali pada kandungan abu. Peningkatan KcBO diduga kandungan tanin yang terkandung dalam sabut kelapa difermentasi mengalami penurunan selama proses fermentasi. Kandungan tanin yang tinggi akan mengakibatkan mikrobial sulit mendegradasi pakan karena memproteksi nutrisi pakan, sehingga KcBO menurun. Lisan (2015) menyatakan bahwa tanin yang terkandung dalam sabut kelapa tua sekitar 4,28% dan sabut kelapa muda sekitar 5,68%. Faktor lain yang dapat mempengaruhi KcBO yaitu komposisi bahan pakan, perlakuan bahan pakan, perbandingan komposisi bahan pakan satu dengan lainnya, suplementasi enzim dalam bahan pakan, jenis ternak dan taraf pemberian pakan (McDonald *et al.*, 2002).

Produksi Volatile Fatty Acids

Berdasarkan hasil perhitungan rata-rata produksi Volatile Fatty Acids (VFA) sabut kelapa yang difermentasi diperoleh data T_0 , T_1 , T_2 , T_3 berturut-turut yaitu, 130 mM, 125 mM, 118 mM dan 120 mM (Tabel 1). Nilai rata-rata produksi VFA sesuai standar dan baik untuk perkembangan mikrobial rumen. Badarina *et al.*, (2014) menyatakan produksi VFA yang optimal bagi perkembangan mikrobial rumen berkisar 80-160 mM. Hasil analisis ragam pada sabut kelapa yang difermentasi dengan aras starter yang berbeda berpengaruh tidak nyata terhadap produksi VFA. Produksi VFA sabut kelapa difermentasi memiliki kecenderungan menurun (Gambar 3). Produksi VFA berpengaruh tidak nyata dapat diakibatkan dalam proses fermentasi awal mikrobial memanfaatkan karbohidrat mudah dicerna, hal ini didukung hasil penelitian Ramadhani (2019) bahwa BETN pada sabut kelapa fermentasi, yaitu 16,15% (T_0), 17,26% (T_1), 15,21% (T_2) 13,93% (T_3). Kandungan BETN yang menurun mengakibatkan proporsi serat kasar meningkat, sehingga aktivitas mikrobial rumen menurun. Anindita (2010) menyatakan bahwa kandungan karbohidrat struktural yang tinggi mengakibatkan kandungan karbohidrat non struktural (pati, glukosa dan fruktosa) pada bahan pakan lebih cepat difermentasi menjadi VFA oleh mikrobial rumen dan karbohidrat struktural lebih lambat didegradasi menjadi VFA. Produksi VFA sangat dipengaruhi oleh karbohidrat karena sebagian besar VFA hasil dari fermentasi karbohidrat dan sebagian berasal dari protein pakan. Tillman *et al.*, (1998) menyatakan bahwa VFA merupakan produk hasil degradasi karbohidrat dan sebagian dari degradasi lemak dan protein dalam cairan rumen.

Faktor lain yang dapat mempengaruhi produksi VFA yaitu diduga VFA segera dimanfaatkan untuk biosintesis protein mikrobial, sehingga produksi VFA memiliki kecenderungan menurun, hal ini didukung hasil penelitian Pratama (2019) bahwa kandungan NH_3 dan protein total pada sabut kelapa difermentasi pada tiap perlakuan secara berturut-turut, yaitu NH_3 : 4,05 mM (T_0), 3,89 mM (T_1), 3,71 mM (T_2), 3,56 mM (T_3) dan protein total : 10,14 mg/g (T_0), 10,26 mg/g (T_1), 11,50 mg/g (T_2), 11,00 mg/g (T_3). Prekursor biosintesis protein mikrobial yaitu VFA, NH_3 dan rantai karbon yang berguna untuk menunjang biosintesis protein mikrobial. Volatile fatty acids berguna sebagai sumber energi dalam biosintesis protein mikrobial. Biosintesis protein mikrobial akan meningkat bila ketersediaan energi, NH_3 dan kerangka karbon sebagai prekursor biosintesis terpenuhi. Kerangka karbon yang diperlukan untuk biosintesis protein mikrobial utamanya berasal dari senyawa intermedia dalam jalur katabolisme karbohidrat menjadi VFA (Irvani, 2011).

SIMPULAN

Pemberian aras starter mampu meningkatkan KcBK dan KcBO dan produksi VFA memiliki kecenderungan menurun serta pemberian aras starter optimal pada level 4%.

DAFTAR PUSTAKA

- Anindita, H. A. 2010. Pengaruh Level Isolate Mikrobial dan Lama Fermentasi Pelepah Sawit terhadap Produksi Amonia dan Protein Ruminal secara *In vitro*. Skripsi. Fakultas Peternakan dan Pertanian. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Anindyawati, T. 2009. Prospek enzim dan limbah lignoselulosa untuk produksi bioetanol. *J. Bio. Sci.* 44(1): 49–56.
- Badarina, I., D. Evvyernie, T. Taharmat, dan E. N. Herliyana. 2014. Fermentabilitas rumen dan pencernaan *in-vitro* ransum yang disuplementasi kulit buah kopi produk fermentasi jamur *Pleurotus ostreatus*. *J. Sains Pet. Indo.* 9(2): 102–109.
- Bondra, M., A. P. Setiawan, dan P. F. Nilasari. 2018. Penelitian serabut kelapa sebagai material lantai *ecofriendly* dan *biodegradable*. *J. Intra.* 6 (2): 431–436.
- Departement of Dairy Science. 1966. General Laboratory Procedures. University of Wisconsin. Madison.
- Dewi, N. K., S. Mukodiningsih, dan C. I. Sutrisno. 2012. Pengaruh fermentasi kombinasi

- jerami padi dan jerami jagung dengan aras isi rumen kerbau terhadap pencernaan bahan kering dan bahan organik secara *in-vitro*. *J. Anim. Agr.* 1(2): 134–140.
- Direktorat Jendral Perkebunan (Ditjenbun). 2016. Statistik Perkebunan Indonesia 2015–2017. Direktorat Jendral Perkebunan. Jakarta.
- Fathul, F. dan S. Wajizah. 2010. Penambahan mikromineral Mn dan Cu dalam ransum terhadap aktivitas biofermentasi rumen domba secara *in vitro*. *JITV*. 15(1): 9–15.
- Fariani, A. dan S. Akhadiarto. 2009. Pengaruh perlakuan alkali pada limbah kulit kopi dan peningkatan pencernaan dengan teknik *in vitro*. *J. Rek. Ling.* 5(2): 85–93.
- Irvani, M. I. 2011. Pengaruh Proteksi Tanin Ampas Teh pada Aras yang berbeda terhadap Gamal (*Gliricidia sepium*) ditinjau dari Fermentabilitas dan Kecernaan secara *In vitro*. Skripsi. Fakultas Peternakan dan Pertanian. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Lisan, F. R. 2015. Penentuan jenis tanin secara kualitatif dan penetapan kadar tanin dari serabut kelapa (*Cocos nucifera* L.) secara permanganometri. *J. Ilmiah Mahasiswa Universitas Surabaya*. 4(1): 1–16.
- McDonald, P., Edwards, R. A., Greehalgh, J. F. D. and Morgan, C. A. 2002. Animal Nutrition. 6th Ed. Ashford Color Pr. Gosport.
- Muchlas, M., Kusmartono, dan Marjuki. 2014. Pengaruh penambahan daun pohon terhadap kadar VFA dan pencernaan secara *in-vitro* ransum berbasis ketela pohon. *J. Ilmu Pet.* 24 (2): 8–19.
- Nurhajati, T. dan T. Suprpto. 2013. Penurunan serat kasar dan peningkatan protein kasar sabut kelapa (*Coco nucifera* Linn) secara amofer dengan bakteri selulolitik (*Actinobacillus* ML-08) dalam pemanfaatan limbah pasar sebagai sumber bahan pakan. *J. Agrovet.* 2(1): 1–11.
- Oladayo, A. 2010. Proximate composition of some agricultural wastes in Nigeria and their potential use in activated carbon production. *J. Appl. Sci. Environ. Manag.* 14(1): 55–58.
- Pratama, G. P. 2019. Produksi Amonia (NH₃), Protein Mikroba dan protein Total pada Sabut Kelapa Fermentasi secara *In vitro*. Skripsi. Fakultas Peternakan dan Pertanian. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Pujowati, A., Sutrisno dan E. Pangestu. 2012. Kecernaan dan produksi *volatile fatty acids* pakan komplit yang mengandung tepung kedelai dengan perlakuan pemanasan secara *in vitro*. *J. Anim. Agr.* 1(2): 151–156.
- 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 molasses. *J. Pet. Indo.* 20(3): 166–174.
- Ramadhani, M. 2019. Kadar Serat Kasar, Protein Kasar dan *Total Digestible Nutrients* pada Sabut Kelapa (*Cocos Nucifera*) yang Difermentasi dengan Level Starter yang Berbeda. Skripsi. Fakultas Peternakan dan Pertanian. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Riswandi, Muhakka, dan M. Lehan. 2015. Evaluasi nilai pencernaan secara *in vitro* ransum ternak sapi bali yang disuplementasi dengan probiotik bioplus. *J. Pet. Sriwijaya*. 4 (1): 35–46.
- Simbolon, N., R. I. Pujaningsih, dan S. Mukodiningsih. 2016. Pengaruh berbagai pengolahan kulit singkong terhadap pencernaan bahan kering dan bahan organik secara *in vitro*, protein kasar dan asam sianida. *J. Ilmu Pet.* 26(1): 58–65.
- Soares, D., I. H. Djunaidi, dan M. H. Natsir. 2018. Pengaruh jenis inoculum *Aspergillus niger*, *Saccharomyces cerevisiae* dan lama fermentasi terhadap komposisi nutrien ampas putak (*Chorypha gebanga*). *J. Ilmu Pet.* 28(1): 90–95.
- Sukarti, E., B. Sulistiyanto, dan S. Mukodiningsih. 2012. Kualitas serat limbah pertanian dan hasil samping pertanian yang difermentasi dengan *Aspergillus niger* pada aras dan lama pemeraman yang berbeda. *J. Anim. Agr.* 1(2): 77–85.
- Tillman, A. D., H. Hartadi, S. Reksohadiprodjo, S. Prawirokusumo dan S. Lebdoesoekojo. 1998. Ilmu Makanan Ternak Dasar. Edisi ke 6. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Widodo, F. Wahyono, dan Sutrisno. 2012. Kecernaan bahan kering, pencernaan bahan organik, produksi VFA dan NH₃ pakan komplit dengan level jerami padi berbeda secara *in vitro*. *J. Indo. Food Tech.* 1(1): 1–15.