

Pola Degradasi Fraksi Serat Serbuk Pelepah Sawit yang Diperkaya Mineral Zinc (Zn) Secara In Sacco

Fiber Degradation Patterns of Oil Palm Frond Enhanced Mineral Zinc (Zn) By In Sacco

Anggriawan Naidilah Tetra Pratama¹, Gatot Muslim¹, **Armina Fariani**^{1*)}

¹Program Studi Peternakan Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya, Indralaya Ogan Ilir
30662, Sumatera Selatan, Indonesia

*)Penulis untuk korespondensi: arminafarinai@unsri.ac.id

Sitasi: Pratama ANT, Gatot M. Fariani A. 2022. Fiber degradation patterns of oil palm frond enhanced mineral zinc (Zn) by In Sacco. *In: Herlinda S et al. (Eds.), Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal ke-10 Tahun 2022, Palembang 27 Oktober 2020.* pp. 839-846. Palembang: Penerbit & Percetakan Universitas Sriwijaya (UNSRI).

ABSTRACT

This study was aimed to determine the pattern of degradation fiber fractions (NDF, ADF, Hemicellulose, and Cellulose) in Oil Palm Frond by in Sacco method. This study was conducted from February to April 2021 at the Laboratory of Nutrition and Animal Feed Animal Husbandry Study Program, Faculty of Agriculture, Sriwijaya University. The Experimental design used was completely randomized design (CRD) with 3 treatments and 3 replication. The treatments were palm oil frond powder as control (P0), palm oil frond powder + 1% mineral Zinc (P1), and palm oil frond powder + 3% mineral zinc (P2). Parameters observed were degradation patterns which included total digestibility and kinetic degradation. Treatment differences were analyzed with SPSS software and Duncan's Test. The results of this study indicate the supplementation of mineral zinc 1-3% had not shown a significant different on the digestibility value.

Keywords: in sacco, swamp buffalo, oil palm frond, degradation

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pola degradasi fraksi serat (NDF, ADF, Hemicelulosa, dan Selulosa) pada pelepah kelapa sawit dengan metode in Sacco. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Nutrisi dan Pakan Ternak Program Studi Peternakan Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 3 perlakuan dan 3 ulangan. Perlakuan yang diberikan adalah serbuk pelepah sawit sebagai kontrol (P0), serbuk pelepah sawit + 1% mineral Seng (P1), dan serbuk pelepah sawit + 3% mineral seng (P2). Parameter yang diamati adalah pola degradasi yang meliputi pencernaan total dan degradasi kinetik. Perbedaan perlakuan dianalisis dengan software SPSS dan Uji Duncan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa suplementasi mineral seng 1-3% tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan terhadap nilai kecernaannya.

Kata kunci: in sacco, kerbau rawa, pelepah sawit, pola degradasi

PENDAHULUAN

Kelapa sawit merupakan tanaman yang banyak dibudidayakan oleh masyarakat Indonesia. Perkembangan perkebunan kelapa sawit di Indonesia sangat pesat, terbukti dengan areal perkebunan di Indonesia yang semakin meluas. Menurut Departemen

Editor: Siti Herlinda et. al.

ISSN: 2963-6051 (print)

Penerbit: Penerbit & Percetakan Universitas Sriwijaya (UNSRI)

penelitian dan perbankan (2017), terjadi peningkatan luas areal perkebunan kelapa sawit yang signifikan dari kurun waktu 2010-2016. Pada tahun 2010 luas area perkebunan kelapa sawit di Indonesia 8.385.394 Ha pada tahun 2016 mampu mencapai 11.672.861 Ha. Peningkatan ini sangat berdampak terhadap bertambahnya jumlah limbah kelapa sawit. Selama proses pengolahannya industri kelapa sawit menghasilkan berbagai jenis limbah salah satunya pelepah sawit (Yasin *et al.*, 2013).

Melimpahnya limbah pelepah sawit sangat memungkinkan untuk dijadikan pakan ternak, selain itu pelepah sawit kaya akan hemiselulosa dan selulosa. Kandungan hemiselulosa pelepah sawit berkisar 14,68%-23,66% sedangkan kandungan selulosa 33,69%-40,60%. Kandungan hemiselulosa yang tinggi menjadi sumber energi yang mudah dimanfaatkan oleh mikroba rumen (Febriana *et al.*, 2015). Namun, penggunaan pelepah sawit masih jarang digunakan sebagai bahan pakan ternak karena kandungan ligninnya yang tinggi yang dapat memperlambat reabsorpsi nutrisi pakan. Oleh karena itu diperlukan pengolahan dengan teknologi pakan. Teknologi fermentasi dapat menambah nilai nutrisi dan memperpanjang masa simpan pakan berdasarkan jenis atau strain mikroorganisme yang digunakan. Upaya yang dilakukan untuk mempertahankan nilai nutrisi pelepah sawit agar tidak terurai sempurna atau tidak terjadi pengurangan kandungan selulosa dan hemiselulosa yang signifikan maka dibutuhkan proses fermentasi silase.

Fermentasi silase yang bertujuan untuk meningkatkan laju pencernaan pelepah sawit dirasa masih belum cukup oleh karena itu perlu dilakukan penambahan mineral pada proses fermentasi. Pada penelitian Warly (2017) menggunakan tiga jenis ransum dengan tiga kandungan pelepah sawit yang berbeda yaitu 60,50 dan 40%, pada perlakuan 60 % kelarutan Zn adalah 34,60% sedangkan pada 50% dan 40% kelarutan Zn adalah 38,9% dan 41,2%. Hal ini menunjukkan bahwa perlu penambahan mineral Zn pada serbuk pelepah sawit untuk meningkatkan laju pencernaan. Zn sangat diperlukan untuk pertumbuhan hewan normal dan kesehatan. Seng berperan juga berperan dalam metabolisme karbohidrat, protein, lipid, dan asam nukleat (Nayeri *et al.*, 2014).

Mineral Zn merupakan bahan tambahan yang memiliki manfaat sangat besar dalam peningkatan produksi susu, dan dapat meningkatkan volume semen. Menurut Rahayu *et al.* (2015) melaporkan bahwa fermentasi pelepah sawit dengan mineral Ca terbukti menurunkan kadar lignin 26,79 dengan pencernaan NDF 47,48%, ADF 42,24% dan selulosa 45,44 hemiselulosa 48,34%. Penambahan mineral Zn selama proses fermentasi bahan pakan pelepah sawit masih jarang dilakukan. Berdasarkan uraian diatas perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui laju pencernaan fraksi serat serbuk pelepah sawit yang diperkaya mineral Zn secara in sacco.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini telah dilaksanakan di Laboratorium Kandang Percobaan Program Studi Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya dan Laboratorium Nutrisi dan Makanan Ternak Program Studi Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya.

Rancangan Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan dengan menggunakan metode eksperimental dengan teknik in sacco. Rancangan yang akan digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL) dengan 3 perlakuan dan 3 ulangan yang terdiri dari P0: Serbuk pelepah sawit (kontrol); P1: Serbuk pelepah sawit dan 1% mineral Zn; dan P2: Serbuk pelepah sawit dan 3% mineral Zn.

Preparasi Pelepah Sawit

Tahap I: Proses Fermentasi

Persiapkan bahan yang digunakan yaitu pelepah kelapa sawit, pelepah sawit yang digunakan dikupas kulitnya, kemudian direndam dengan larutan garam sebanyak 3% dalam 20 liter air selama 6 menit, selanjutnya pelepah sawit yang telah direndam ditiriskan, kemudian diparut sebanyak 10 kg dengan mesin yang telah dimodifikasi, pelepah sawit yang telah diparut dimasukkan ke dalam kantong plastik untuk proses fermentasi dengan kondisi anaerob. Setelah 24 jam proses fermentasi mulai terjadi dan menghasilkan gas. Gas yang dihasilkan dikeluarkan melalui lubang yang telah dibuat di beberapa titik dengan menggunakan spuit, kemudian didiamkan selama 1 minggu sampai gas benar-benar habis.

Tahap II: Proses Vakum Pelepah Sawit

Pelepah sawit yang telah difermentasi dimasukkan ke dalam kantong plastik, kemudian ditambahkan vitamin B kompleks ke dalam kantong plastik yang telah berisi pelepah sawit, lalu sampel tersebut divakum sampai anaerob, setelah divakum selama 2 minggu maka sampel diuji secara *in sacco*.

Metode In Sacco (Orskov,1982)

Adapun tahapan yang harus dipersiapkan dalam metode ini yaitu pertama, sampel diayak halus dan ditimbang sebanyak 7 gram, kemudian kantong nilon kering dan kelereng, ditimbang dan dicatat bobotnya. Setelah proses penimbangan selesai sampel dimasukkan ke dalam kantong nilon yang telah diberi kelereng dan diikat dengan benang nilon. Hasil yang telah didapatkan kemudian dimasukkan ke dalam fistula kerbau dengan masa inkubasi yaitu 0, 12, 24, 48 dan 72 jam. Adapun waktu inkubasi 0 jam merupakan kontrol yang tidak diinkubasi dalam rumen ternak.

Setelah sampel diinkubasi, sampel diambil dan langsung dicuci, kemudian dimasukkan ke dalam kantong dengan perekat dan diberi label. Setelah itu, sampel dimasukkan ke dalam freezer dengan suhu -15°C, dan dilanjutkan ke uji laboratorium. Sampel diletakkan pada baki plastik untuk proses thawing, kemudian dibilas dengan air mengalir hingga tidak ada sisa partikel-partikel pakan yang menempel pada kantong nilon. Sampel yang telah dibilas dimasukkan ke dalam cawan aluminium dan dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 60°C selama 48 jam. Setelah dioven, dilanjutkan dengan penimbangan sampel untuk mengetahui berat selisih sampel setelah periode waktu inkubasi dan dilakukan pencatatan.

Parameter yang Diamati

Parameter yang diamati pada penelitian ini adalah laju pencernaan fraksi serat pada pelepah kelapa sawit (NDF dan ADF, selulosa dan hemiselulosa dan lignin).

Analisa Data

Data yang diperoleh selanjutnya dianalisis sesuai dengan rancangan yang digunakan dengan bantuan software SPSS Versi 16.0. Jika perlakuan berpengaruh maka dilanjutkan dengan uji Duncan Multiple Range Test (DMRT) (Steel and Torrie. 1991).

HASIL

Total Kecernaan (NDF, ADF, Hemiselulosa, Selulosa) secara In Sacco

Fraksi serat bahan pakan sangat penting karena mengandung energi yang dapat digunakan mikroorganisme dalam rumen untuk memenuhi kebutuhan hidup hewan. Fraksi serat terdiri dari NDF, ADF, hemiselulosa dan selulosa. Semua berkorelasi positif, hal ini

akan menyebabkan peningkatan kecernaan salah satu komponen dan peningkatan kecernaan komponen lain. Total kecernaan masing-masing variabel (Tabel 1) .

Tabel 1. Kecernaan kandungan nutrient dan fraksi serat

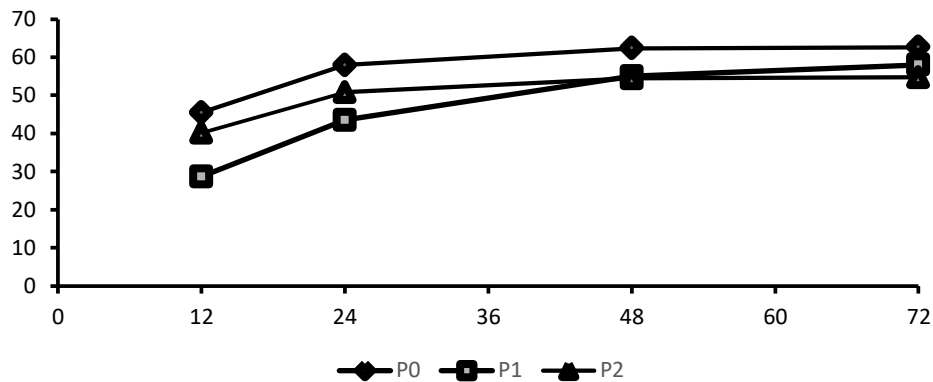
Variabel	Perlakuan		
	P0	P1	P2
NDF	57,99±8,12	59,59±1,35	59,60±4,58
ADF	69,30±3,25	66,71±0,14	73,57±6,92
Hemiselulosa	52,78±9,56	56,01±1,85	52,02±3,26
Selulosa	80,86±3,54	76,97±0,09	82,14±7,43

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa kecernaan NDF, ADF, hemiselulosa dan selulosa tidak berbeda nyata pada perlakuan yang berbeda ($P > 0,05$). Hal ini karena kandungan lignin berkorelasi negatif dengan nilai kecernaan dinding sel (NDF), yaitu semakin tinggi kandungan lignin maka semakin rendah dinding selnya. Oleh karena itu, perbedaan nilai kecernaan serat yang dapat diabaikan sangat dipengaruhi oleh tingkat kandungan lignin. Kandungan lignin dalam pakan dapat mengganggu pencernaan NDF dan ADF (Fukushima *et al.*, 2015) Lebih lanjut, Di antara bahan pakan yang dapat dicerna, nilai NDF memiliki dampak yang signifikan terhadap tingkat kecernaan kandungan ADF, hemiselulosa dan selulosa.. Hal ini dapat terjadi karena ADF, hemiselulosa, dan selulosa merupakan komponen NDF, dan semakin tinggi nilai kecernaan NDF maka semakin tinggi pula kecernaan fraksi penyusun lainnya: ADF, hemiselulosa, selulosa, dll. Semakin tinggi nilai kecernaan NDF maka semakin mudah pula kecernaan bahan pakan tersebut. (Ramli, 2018).

Penelitian ini menunjukkan bahwa selain kandungan lignin, ada faktor lain yang mempengaruhi nilai kecernaan, yaitu ukuran partikel sampel. Karena ukuran partikel dapat mempengaruhi kecernaan keseluruhan partikel kecil suatu bahan, sehingga memudahkan mikroorganisme untuk mencerna bahan pakan. Nilai kecernaan bahan pakan dapat mengalami perubahan yang cukup besar karena ukuran partikel yang berbeda (Soufizadeh, 2018). Pada hasil penelitian ini didapatkan bahwa dengan penambahan mineral 1% hingga 3% tidak memberikan dampak yang signifikan terhadap peningkatan nilai kecernaan fraksi serat, dalam penelitian yang dilakukan oleh Supriyanti (2000) melaporkan Penambahan mineral Zn dapat mempengaruhi kecernaan BK dan BO.

Mineral seng merupakan jenis mineral yang dibutuhkan ternak untuk meningkatkan produksi susu dan meningkatkan volume semen. Karena seng merupakan katalisator setelah proses penyerapan nutrisi. Lebih lanjut, tidak terdapatnya perbedaan yang signifikan pada semua fraksi serat membuktikan bahwa Mineral Zn tidak mempengaruhi peningkatan penambahan jumlah populasi microbia yang ada di dalam rumen meskipun microbia rumen berperan penting dalam proses metabolisme yang terjadi di dalam rumen ternak ruminansia. Semakin rendah populasi mikroba rumen maka semakin rendah nilai kecernaan komponen pakan tersebut. Ini mungkin karena tidak tercukupi atau kebutuhan mineral Zn berlebih. Elsayed (2011) melaporkan bahwa suplementasi mineral zinc 0,03-0,08 g Zn/kg DM memberikan pengaruh yang signifikan pada PK, SK, dan LK pada ternak kambing sedangkan pada suplementasi 5,2 g Zn/kg DM tidak memberikan dampak yang signifikan terdapat setiap variable yang diamati. Suplementasi mineral Zn yang cukup, sesuai kebutuhan ternak dapat meningkatkan aktivitas mikroba rumen (Kardaya *et al.*, 2010).

Laju Degradasi Fraksi Serat Secara In Sacco
 Laju Degradasi Neutral Detergent Fiber (NDF)



Gambar 1. Kurva Presentase Kehilangan NDF

Data kurva (Gambar 1) merupakan hasil presentase dari laju degradasi NDF pada setiap masa inkubasi (12,24,48,72 jam). Pada kurva diatas dapat dilihat laju degradasi fraksi serat NDF pada setiap perlakuan dan pada setiap masa inkubasinya. Peningkatan laju pencernaan fraksi serat NDF terjadi pada masa inkubasi 12,24, dan 48 jam. Sedangkan pada masa inkubasi terakhir yaitu 48 - 72 jam laju pencernaan mulai konstan dan tidak mengalami kenaikan yang cukup besar.

Pada hasil penelitian ini laju pencernaan fraksi serat NDF tidak mengalami peningkatan yang signifikan pada setiap perlakuannya, baik penambahan mineral Zn 1% ataupun 3%. Penambahan kadar mineral Zn tidak memengaruhi laju pencernaan NDF, dibuktikan oleh (Tabel 2).

Tabel 2. Nilai Fraksi a, b, dan c NDF pada ketiga perlakuan

Variabel	Perlakuan	Fraksi			72 jam
		a(%)	b(%)	c(%jam)	
NDF	P0	32,80	29,86	0,10	57,99
	P1	29,67	29,43	0,05	59,59
	P2	44,91	9,79	0,11	59,60

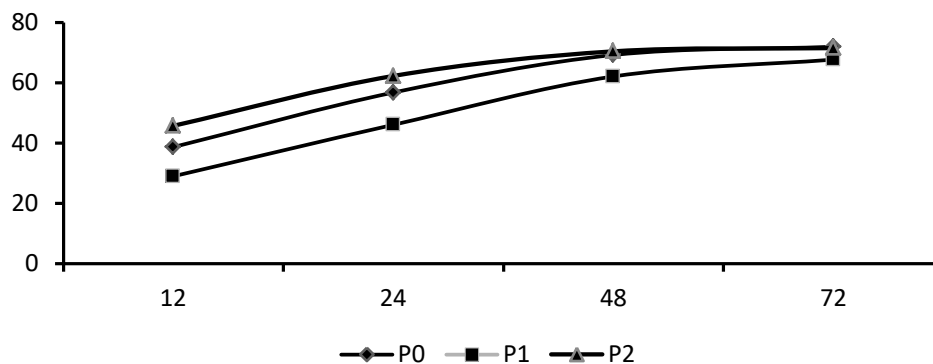
Berdasarkan tabel 2 menunjukkan bahwa komponen fraksi a pada degradasi NDF adalah hemiselulosa. Laju degradasi NDF pada penelitian ini mencapai nilai tertinggi pada perlakuan P2 (44,91). Komponen a yang mudah terurai adalah pati, protein kasar, lemak kasar, dan mineral yang sukar larut. Hal ini selaras dengan pendapat Van Soest (1994) Nilai fraksi a dipengaruhi oleh kelarutan isi sel seperti pati, lemak, mineral dan protein terlarut serta adanya komponen yang mudah dicerna.

Fraksi b (fraksi yang potensial terdegradasi) pada penelitian ini mempunyai nilai tertinggi pada perlakuan P0 (29,86). Tinggi rendahnya nilai fraksi b dipengaruhi oleh adanya komponen serat berupa ADF yang terdiri dari selulosa dan lignin sehingga membutuhkan waktu yang lama untuk mendegradasinya. Sulitnya degradasi NDF diduga bagian bahan yang digunakan terlalu tua sehingga kandungan ligninnya tinggi. Setiap bahan pakan memiliki variasi degradasi dan sangat tergantung pada bagian umur, tanaman, dan tingkat lignifikasi yang merupakan karakteristik spesifik bahan pakan, dimana keduanya memiliki prinsip karakteristik yang sama (Wati *et al.*, 2012).

Fraksi c adalah kecepatan degradasi bentuk dinding sel fraksi b yang dipengaruhi oleh aktivitas mikroorganisme. Semakin tinggi kandungan dinding sel dari komponen pakan, semakin rendah laju dekomposisi. Pada penelitian ini nilai fraksi c tertinggi adalah

perlakuan P2 (0,11% waktu). Diduga kemampuan mikroba rumen dalam mencerna nutrisi dalam rumen menjadi faktor penentu tinggi rendahnya laju degradasi NDF. NDF merupakan isi sel yang di dalamnya terdapat karbohidrat struktural yang sangat dibutuhkan oleh mikroba rumen yang selanjutnya digunakan sebagai sumber energi mikroba rumen, sehingga semakin tinggi karbohidrat yang didapatkan semakin meningkat populasi mikroba rumen di dalamnya, dan proses pencernaan suatu bahan pakan akan lebih cepat. Hasil analisa statistik laju degradasi NDF pada masa inkubasi 72 jam dipengaruhi oleh nilai fraksi a,b dan c dibuktikan dengan hasil pada Tabel 3. Laju degradasi NDF masih mengalami peningkatan, hal ini dikarenakan fraksi b merupakan fraksi yang tidak mudah terdegradasi sehingga membutuhkan waktu yang panjang. Komponen dinding sel membutuhkan waktu lebih lama untuk terurai, adapun komponen dinding sel yaitu berupa selulosa, pektin, lignin dan senyawa tertentu (Lindokuhle et al., 2018).

Laju Degradasi Acid Detergent Fiber (ADF)



Gambar 2. Kurva Presentase Kehilangan ADF

Berdasarkan hasil dari kurva (Gambar 2) diatas didapatkan data peningkatan laju pencernaan pada masa inkubasi tertentu, terlihat pada masa inkubasi 12 - 24 jam laju pencernaan ADF mengalami peningkatan yang cukup besar. Pada masa inkubasi 24-48 jam laju pencernaan NDF masih mengalami peningkatan tetapi tidak sebesar pada masa inkubasi sebelumnya, sedangkan pada masa inkubasi 48 - 72 jam perlakuan P1 masih mengalami sedikit peningkatan berbeda dengan perlakuan P0 dan P2 yang sudah tidak mengalami peningkatan lagi. Semakin lama masa inkubasi maka laju pencernaan akan semakin menurun t = adalah waktu (jam).

Berdasarkan tabel diatas didapatkan hasil bahwa pada penambahan mineral Zn 1% dan 3% laju pencernaan NDF tidak mengalami peningkatan yang signifikan. Tinggi rendahnya nilai fraksi b tersusun atas selulosa dan lignin serta dipengaruhi oleh adanya komponen serat dalam bentuk ADF, sehingga membutuhkan waktu yang lama untuk terurai. Laju pencernaan ADF mengalami sedikit peningkatan pada perlakuan P2 yaitu dengan penambahan mineral Zn 3%, hal ini terbukti pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai Fraksi a, b, dan c ADF pada ketiga perlakuan

Variabel	Perlakuan	Fraksi			72 jam
		a(%)	b(%)	c(%jam)	
ADF	P0	36,94	35,71	0,06	69,30
	P1	35,03	35,58	0,04	66,71
	P2	0	71,59	0,08	73,57

Pada tabel di atas menunjukkan bahwa degradasi fraksi a ADF tertinggi terdapat pada perlakuan kontrol dengan nilai (36,94). Komponen yang mempengaruhi tinggi rendahnya

nilai fraksi a ialah komponen ADF. Van Soest (1994) melaporkan bahwa Ada beberapa faktor yang mempengaruhi nilai fraksi a. Secara khusus, ini adalah komponen isi seluler yang larut dan mudah dicerna seperti lemak, mineral, protein larut, dan pati.

Hasil analisa statistik pada penelitian ini menunjukkan nilai fraksi b (fraksi yang potensial terdegradasi) tertinggi pada perlakuan P2 (71,59). Peningkatan nilai ADF diduga dipengaruhi oleh kandungan selulosa dan lignin ADF. Adanya selulosa dan lignin dapat mempengaruhi komposisi serat, sehingga membutuhkan waktu yang lama untuk terurai..

Hasil analisa statistik pada fraksi c (fraksi laju degradasi) terendah pada perlakuan P2 (0,08). Nilai c adalah laju degradasi fraksi berbentuk dinding sel b. Semakin tinggi dinding sel komponen pakan, semakin rendah laju dekomposisi. Nilai c yang lebih rendah mempengaruhi kandungan kimia dari komponen pakan yang diuji, mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme dalam rumen, dan mempengaruhi pencernaan komponen pakan. Nilai c yang tinggi menunjukkan kemampuan mikroorganisme untuk mengurai komponen pakan dan bagaimana ketersediaan mikroorganisme mempengaruhi dengan cepat. Ternak ruminansia mencerna serat kasar dan menggunakan protein mikroba sebagai sumber energi untuk menjadikan bakteri Banchuwi yang paling melimpah dan paling penting dalam proses penguraian pakan. (Xue et al, 2016). Nilai degradasi ADF selama masa inkubasi 72 jam disajikan dalam tabel. Masa inkubasi tertinggi 672 jam terlihat pada perlakuan P2 (73,57). Pada jam 72, resolusi tinggi ADF dipengaruhi oleh nilai fraksi a, b, dan c. ADF merupakan karakteristik bahan pakan, tingkat degradasi ADF selama masa inkubasi 72 jam dipengaruhi oleh usia dan jenis pakan. Degradasi ADF sebagian dipengaruhi oleh ukuran partikel sampel, sehingga pencernaan lebih mudah oleh mikroorganisme lumen. Sun dan Waghorn (2011), memperlihatkan ukuran partikel sampel mempengaruhi pencernaan komponen pakan.

KESIMPULAN

Dari penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa suplementasi/penambahan mineral Zn 3% tidak signifikan meningkatkan nilai pencernaan ($P > 0,05$) dari total pencernaan dan laju degradasi fraksi serat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami sampaikan kepada Direktorat Pendidikan Tinggi melalui DRPM yang telah mendanai penelitian ini melalui Skim Penelitian Pengembangan (PP) dengan Surat Keterangan Dikti Amandemen Penelitian Nomor 211/SP2H/LT/AMD/LT/DRP/2020.

DAFTAR PUSTAKA

- Elsayed MA. 2011. Effect of Zinc Source on Digestibility, Rumen Microbes and Growth Performance of Growing Lambs. Thesis. Animal Production Department Faculty of Agriculture Assiut University. Mesir
- Febrina D, Pratama R, Febriyanti R. 2020. Pengaruh jenis pengolahan dan lama pemeranan terhadap kandungan fraksi serat kelapa sawit. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*. 8(2): 60 – 65.
- Fukushima RS, Kerley MS, Ramos MH, Porter JH, Kallnbach RL. 2015. Comparison of acetyl bromide lignin with acid detergent lignin dan klason lignin and correlation with In vitro forage degradability. *Animal Feed science and Technology*. 201 : 25-37. Columbia.

- Kameshwar AKS, Wensheng Q. 2018. Understanding the structural and functional properties of carbohydrate esterases with a special focus on hemicellulose deacetylating acetyl xylan esterases. *An International Journal on Fungal Biology*. 1-24. Canada.
- Kardaya D. 2010. Pengaruh suplementasi mineral organik (Zn-Proteinat dan Cu-Protein) dan amonium molibdat terhadap performans domba lokal. Tesis. Program Pascasarjana. IPB. Bogor.
- Nayeri ANC, Upah E, Sucu MV, Sanz-Fernandez JM, DeFrain PJ, Gorden, Baumgard L. H. 2014. Effect of Zinc Amino Acid Complex-to-Zinc Sulfate Ratio on the Performance of Holstein Cows. *American Dairy Science Association*. 97 : 1-13.
- Orskov ER. 1992. Protein Nutritional In Ruminant. Academic Press, London.
- Orskov ER, Mc Donal. 1979. The Estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted-according to rate of passage. *J.Agric.Sci*. 92: 499-503. Cambridge University. United Kingdom.
- Pertiwi N. 2016. Kandungan lignin, selulosa, hemiselulosa dan tanin limbah kulit kopi yang difermentasi menggunakan jamur aspergillus niger dan *Trichoderma viride*. Skripsi. Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin. Makasar.
- Palai, Sarkar JBNC, Jagadish J. 2018. Effect Of Zinc On Growth, Yields, Zinc Use Efficiency And Economics In Baby Corn. *Journal Of Pharmacognosy And Phytochemistry*. 7 (2): 1641-1645.
- Pranata RH, Zulfan A. 2019. Pemanfaatan limbah kebun pelepah kelapa sawit (*Elaeis Guinensis* Jacq) sebagai alternatif pakan ternak bernilai gizi tinggi. *Jurnal Biologica Samudra*. 1 (1): 17-24.
- Rahayu SN, Jamarun M, Zain, Febrina D. 2015. Pengaruh pemberian dosis mineral Ca dan lama fermentasi pelepah sawit terhadap kandungan lignin, pencernaan BK, BO, PK dan Fraksi Serat (NDF, ADF, Hemiselulosa dan Selulosa) menggunakan Kapang *Phanerochaete chrysosporium*. *Jurnal Peternakan Indonesia*. 17 (2) : 151-162. Pekanbaru.
- Van Soest PJ. 1994. *Nutritional Ecology of the Ruminant*. 2nd Ed. Commstock Publishing Associates. A division of Cornell University Press. London.
- Warly, Suyitman I, Evitayani, Armina F. 2017. Nutrient digestibility and apparent bioavailability of minerals in beef catle fed with different levels of concentrate and oil plam fronds. *Pakistan Journal of Nutrition*. 16 (3) : 131-135.
- Yasin NHM, Masaharu F, Toshinari M, Toshiki M, Che Mohd HC, Hidayah A, Thomas KW. 2013. Biohydrogen production from oil palm frond juice and sewage sludge by a metabolically engineered *escherichia coli* strain. *International Journal Of Hydrogen Energy*. 10277 -10283.