

Kualitas Silase Pelepah Kelapa Sawit yang Disuplementasi Mineral Seng (Zn) secara *In Vitro*

In Vitro Quality of Oil Palm Fronds Silage Supplemented with Mineral Zinc (Zn)

Armina Fariani*, Anggriawan Naidilah Tetra Pratama, Aptriansyah Susanda, & Gatot Muslim

Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya, Ogan Ilir, Sumatera Selatan, Indonesia

*corresponding email: arminafariani@unsri.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas silase serbuk pelepah kelapa sawit yang diperkaya dengan mineral seng (Zn) secara *In Vitro*. Rancangan yang digunakan pada penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 3 perlakuan dan 3 ulangan. Perlakuan percobaan yaitu serbuk pelepah kelapa sawit tanpa penambahan mineral sebagai kontrol (P0), kemudian serbuk pelepah kelapa sawit yang ditambahkan dengan mineral Zn 1% (P1), dan 3% (P2) secara *In Vitro*. Parameter yang diamati pada penelitian ini adalah konsentrasi VFA parsial, NH₃, dan protein mikrobial. Data yang diperoleh dianalisis dengan ansira dan jika terdapat pengaruh yang nyata ($P < 0.05$) dilanjutkan dengan Uji Duncan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan mineral Zn pada pelepah kelapa sawit tidak dapat meningkatkan kualitas serbuk pelepah kelapa sawit pada konsentrasi asam propionat, asam butirat, NH₃, dan protein mikrobial, tetapi terjadi peningkatan asam asetat. Berdasarkan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa suplementasi mineral Zn pada serbuk pelepah sawit tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kualitas fermentasi secara *In Vitro*.

Kata kunci: *In Vitro*, NH₃, Pelepah Kelapa Sawit, VFA, Protein Mikrobial.

ABSTRACT

This study aim was to determine the quality of oil palm frond silage enriched by mineral zinc (Zn) by In Vitro. The design used in this study used a completely randomized design (CRD) with three treatments and three replications. Experimental treatments were oil palm fronds powder without mineral addition as a control (P0), oil palm fronds powder added with 1% Zn mineral (P1), and 3% (P3). The parameters observed in this study were the concentration of partial VFA, NH₃, and microbial protein. The data obtained were analyzed by anova and if there was a significant effect ($P < 0.05$) continued with Duncan's test. The results of this study indicated that the application of Zn minerals could not improve the quality of the oil palm fronds at concentrations of propionic acid, butyric acid, NH₃, and microbial protein, but there was an increase in acetic acid concentration. Based on this research, it can be concluded that Zn mineral supplementation in palm frond did not have a significant effect on the quality of In Vitro fermentation.

Keywords: *In Vitro*, NH₃, Oil Palm Fronds, VFA, Microbial Protein.

PENDAHULUAN

Luasnya lahan perkebunan kelapa sawit yang ada di Indonesia memiliki banyak manfaat dibidang peternakan khususnya ternak ruminansia. Tanaman kelapa sawit yang ada tentunya banyak juga menghasilkan hasil sampingan atau limbah yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber nutrisi bagi ternak ruminansia. Hasil limbah yang dimaksud adalah oil palm frond (OPF) atau yang biasa disebut dengan pelepah kelapa sawit hasil dari pemangkasan saat pemanenan buahnya. Menurut Tasaso (2015) pelepah kelapa sawit memiliki kandungan protein dan mengandung serat dalam jumlah tinggi pada Neutral Detergent Fiber (NDF) dan Acid Detergent Fiber (ADF) dengan konten masing-masing berada dalam kisaran 63-80% dan kisaran 45-57%.

Pelepah kelapa sawit (OPF) juga memiliki kandungan selulosa dan hemiselulosa yang tinggi, hal ini cukup baik untuk pencernaan hewan ruminansia karena akan dengan mudah dicerna oleh mikroba rumen. Hal ini sesuai dengan yang dilaporkan oleh Jian *et al.* (2016) yang melaporkan bahwa pelepah kelapa sawit mengandung karbohidrat struktural sebanyak 57,6%, kadar lignin 19,7% dan kadar abu sebanyak 5,8%. Permasalahan dari pengolahan pelepah sawit yaitu kandungan nutrisi yang ada di dalamnya mudah rusak. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengolahan terlebih dahulu sebelum pelepah sawit tersebut dijadikan produk yang nantinya akan diberikan kepada ternak.

Salah satu cara pengolahan limbah pelepah kelapa sawit adalah dengan cara difermentasi dengan penambahan garam agar dapat memperpanjang daya simpan dan untuk meningkatkan nilai kecernaanya. Menurut

Budiman *et al.* (2012) garam dalam larutan suatu substrat dapat menekan kegiatan pertumbuhan mikroorganisme tertentu yang berperan dalam membatasi air dan mencegah reaksi enzimatik. Proses fermentasi baik dilakukan pada suhu ruang yang tidak terlalu panas dan tidak juga yang terlalu dingin melainkan pada suhu normal atau suhu kamar (Aung *et al.*, 2022). Penyimpanan pelepah sawit yang difermentasi pada suhu ruang yang panas akan menyebabkan kerusakan pada pelepah sawit tersebut.

Pada penelitian Warly (2017) dengan menggunakan tiga jenis ransum dengan tiga kandungan pelepah sawit yang berbeda yaitu 60, 50, dan 40%, pada perlakuan 60% pelepah kelapa sawit kelarutan Zn 34,60% sedangkan pada 50 dan 40% pelepah sawit kelarutan Zn adalah 38,9% dan 41,2%. Hal ini menunjukkan bahwa perlunya penambahan Zn pada pelepah kelapa sawit sehingga akan meningkatkan pencernaan. Lebih lanjut menurut Ianni *et al.* (2019) melaporkan bahwa pemberian zinc (Zn) pada ternak memiliki peran positif dalam meningkatkan kesehatan hewan. Informasi mengenai pemberian serbuk pelepah sawit yang diperkaya dengan mineral zinc (Zn) masih sangat terbatas, padahal kombinasi pemberian mineral zinc (Zn) pada serbuk pelepah sawit memiliki banyak kelebihan diantaranya adalah meningkatkan nutrisi yang terkandung dalam serbuk pelepah sawit.

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Rahayu *et al.* (2015) mengenai penambahan mineral dalam pelepah kelapa sawit (OPF) memiliki hasil yang cukup baik karena dapat meningkatkan nilai nutrisi dalam pelepah kelapa sawit dan menjadi pakan dengan sumber serat tinggi. Oleh karena itu,

berdasarkan serangkaian proses dan pernyataan tersebut pada penelitian ini akan dilakukan investigasi pengaruh pemberian mineral zinc (Zn) terhadap nilai pencernaan secara In Vitro.

BAHAN DAN METODE

Materi dan Rancangan Penelitian

Rancangan Penelitian yang digunakan pada penelitian adalah rancangan acak lengkap (RAL) dengan tiga perlakuan yang terdiri atas serbuk pelepah sawit (kontrol/P0); Serbuk pelepah sawit + 1% mineral zinc (P1); dan Serbuk pelepah sawit + 3% mineral zinc (P2). Adapun sampel penelitian yang digunakan yaitu pelepah sawit yang diperoleh dari perkebunan disekitar wilayah universitas sriwijaya. Pelepah yang diambil sebagai sampel merupakan pelepah tua yang dipotong pada saat proses pemanenan sawit sehingga pelepah yang dihasilkan memiliki kualitas yang seragam.

Metode Penelitian

Tahap I: Proses Fermentasi

Proses fermentasi dari awal hingga akhir dilakukan selama 14 hari. Adapun proses tersebut adalah sebagai berikut: Siapkan pelepah sawit yang masih segar kemudian kupas kulit dari pelepah sawit tersebut, lalu rendam dengan menggunakan air garam dengan konsentrasi garam 1-3% (dari 20 liter air) selama 6 menit. Tiriskan pelepah kelapa sawit yang telah direndam air garam kemudian parut pelepah kelapa sawit dengan menggunakan mesin yang telah dimodifikasi

dan masukan hasil parutan ke dalam plastik untuk dijadikan silase secara anaerob.

Setelah 24 jam serbuk pelepah kelapa sawit akan menghasilkan gas kemudian keluarkan gas tersebut melalui beberapa lubang yang telah dibuat dengan spuit hingga silase tidak menghasilkan gas lagi.

Tahap II: Proses Vakum Pelepah Sawit

Masukkan silase serbuk pelepah kelapa sawit kedalam kantung plastik vakum kemudian tambahkan mineral Zn sedikit demi sedikit hingga homogen lalu vakum secara anaerob silase pelepah kelapa sawit tersebut.

Uji In Vitro

Pengambilan Cairan Rumen Kerbau

Siapkan termos yang telah diisi dengan air panas dengan suhu 39°C kemudian ambil cairan rumen dari kerbau berfistula dengan alat penyedot khusus lalu saring cairan rumen tersebut dengan menggunakan kain kasa. masukan cairan rumen kerbau ke dalam termos kemudian segera dibawa ke laboratorium

Pengukuran Konsentrasi VFA

Pengukuran kadar VFA dengan menggunakan Gas Chromatography (GC) dengan cara memasukan cairan rumen sebanyak 1,5 µl ke dalam tabung eppendorf kemudian disentrifugasi dengan kecepatan 10.000 rpm selama 10 menit. Sebanyak 1 µl supernatan yang diperoleh diinjeksikan ke dalam Gas Chromatography (GC) (Filipek dan Drovak, 2009)

Pengukuran Konsentrasi NH3

Pengukuran analisa konsentrasi NH₃ menggunakan metode mikrodifusi conway dengan prosedur sebagai berikut ini, bibir cawan conway ditutup dan diolesi dengan vaselin. Supernatan yang berasal dari proses fermentasi diambil 1 ml, kemudian ditempatkan pada salah satu ujung alur cawan conway.

Larutan Na₂CO₃ jenuh sebanyak 1 ml ditempatkan pada salah satu ujung cawan conway bersebelahan dengan supernatan (tidak boleh campur). Larutan asam borat berindikator sebanyak 1 ml ditempatkan dalam cawan kecil yang terletak di tengah cawan conway. Cawan conway yang sudah diolesi vaselin ditutup rapat hingga kedap udara, larutan Na₂CO₃ dicampur dengan supernatan hingga merata dengan cara menggoyang-goyangkan dan memiringkan cawan tersebut. Setelah itu, dibiarkan selama 24 jam dalam suhu kamar. Setelah 24 jam suhu kamar dibuka, asam borat berindikator dititrasi dengan H₂SO₄ 0,005 N sampai terjadi perubahan warna dari merah menjadi biru. Perhitungan konsentrasi NH₃ menggunakan rumus berikut ini:

$$NH_3(mM) = \frac{ml \text{ titrasi } H_2SO_4 \times N \text{ } H_2SO_4 \times 1000}{gr \text{ sampel } \times BK \text{ Sampel}}$$

Keterangan :

N-NH₃ = Konsentrat N-Amونيا (Mm)

N H₂SO₄ = Normalitas larutan H₂SO₄

Analisis Protein Mikrobial

Penetapan protein mikroba menggunakan metode Lowry (Plummer,

1987). Sebanyak 1 ml aquadest/standar/sampel ditambahkan 5 ml larutan lowry B didiamkan 10 menit, kemudian ditambahkan 0,5 ml larutan lowry A kemudian didiamkan selama 30 menit. Setelah itu dibaca di spektrofotometer.

Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis dengan bantuan software SPSS versi 20 dan dianalisa statistik sesuai dengan rancangan yang digunakan dan jika ada perbedaan antara perlakuan akan dilakukan uji lanjut Duncant.s Multiple Range Test (DMRT) (Steel dan Torrie, 2002).

HASIL DAN PEMBAHASAN

VFA (Asetat, Propionat, dan Butirat)

Berdasarkan hasil dari pengamatan yang telah dilakukan menunjukkan bahwa penambahan mineral Zn pada pelepah kelapa sawit terhadap konsentrasi asam asetat menunjukkan pengaruh yang signifikan (P<0,05) terhadap masing-masing perlakuan. Pada hasil penelitian konsentrasi asam asetat memiliki nilai terendah pada P0 30 mM kemudian pada P1 40 mM sedangkan pada P2 45 mM. Asam asetat merupakan salah satu asam lemak terbang yang dihasilkan selama proses fermentasi didalam rumen dengan prekursor utamanya berasal dari kandungan serat yang terkandung didalam bahan pakan.

Peningkatan konsentrasi asam asetat pada perlakuan P1 dan P2 diduga karena suplementasi mineral Zn dapat meningkatkan efisiensi metabolisme energi di dalam rumen.

Tabel 1. Kualitas Fermentasi (VFA parsial, Amonia, dan Protein mikrobia) serbuk pelepah sawit yang disuplementasi mineral Zn

| Parameter | Perlakuan | | |
|------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | P0 | P1 | P2 |
| VFA | | | |
| Asam Asetat (mM) | 30 ^a ± 5,0 | 40 ^b ± 5,0 | 45 ^b ± 5,0 |
| Asam Propionat (mM) | 17 ± 6,24 | 15 ± 3,00 | 18 ± 6,00 |
| Asam Butirat (mM) | 5,0 ± 2,0 | 5,5 ± 2,5 | 5,0 ± 1,0 |
| Ammonia/NH₃ (mM) | 3,05 ± 0,90 | 2,64 ± 0,66 | 2,51 ± 0,70 |
| Protein Mikrobia (mg/100ml) | 121,4 ± 6,8 | 124,0 ± 1,2 | 122,9 ± 6,8 |

* huruf yang berbeda dalam kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($p < 0,05$). serbuk pelepah sawit (kontrol/P0); Serbuk pelepah sawit + 1% mineral zinc (P1); dan Serbuk pelepah sawit + 3% mineral zinc (P2).

Lebih lanjut, Hasil ini sesuai dengan penelitian Kardaya *et al.* (2010) yang melaporkan bahwa suplementasi mineral Zn dapat meningkatkan aktivitas mikroba rumen karena kebutuhan mikroba rumen akan mineral Zn terpenuhi dengan baik sehingga aktivitas bakteri selulolitik dapat dengan mudah melakukan pemecahan senyawa selulosa yang merupakan prekursor utama pembentukan asam asetat. Franzolin *et al.* (2010) melaporkan bahwa faktor yang menyebabkan tingginya konsentrasi asam asetat adalah tingginya kandungan serat pada pakan dan aktifitas bakteri selulolitik pada rumen kerbau. Nilai konsentrasi asam asetat pada serbuk pelepah kelapa sawit pada penelitian ini terbilang rendah jika dibandingkan dengan jenis pakan berserat tinggi seperti rumput raja yang disuplementasi dengan mineral Zn sebanyak 0,3% secara *In Vitro* dengan konsentrasi asam asetat sebesar 77,78 mM-113 mM. (Puspitasari *et al.*, 2015).

Namun, hasil yang berbeda ditunjukkan pada hasil pengamatan terhadap asam propionat dan butirat. Nilai kadungan pada masing masing perlakuan tidak menunjukkan hasil yang signifikan terhadap supelemntasi

mineral zinc. Pada penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan mineral Zn tidak dapat meningkatkan nilai konsentrasi asam propionat pada pelepah kelapa sawit. Hal ini diduga karena proses fermentasi karbohidrat pada serbuk pelepah kelapa sawit oleh mikroba rumen kurang maksimal yang disebabkan oleh kandungan serat pada bahan pakan yang digunakan cukup tinggi dan tidak mudah terlarut yaitu sebesar 40-50%.

Hasil penelitian Beta (2010) melaporkan bahwa tinggi rendahnya konsentrasi VFA menggambarkan mudah atau tidaknya karbohidrat difermentasi, semakin tinggi VFA maka semakin tinggi karbohidrat dan protein yang difermentasi. Penelitian lainnya yang dilakukan oleh (Suprijati, 2013) melaporkan hasil yang berbeda pada suplementasi mineral Zn jenis ransum tinggi serat (kombinasi rumput raja dan konsentrat) yang diberikan pada ternak yang berdasarkan laporan dapat meningkatkan aktifitas fermentatif mikroba rumen dan berpengaruh secara signifikan terhadap performa ternak sapi perah. Lebih lanjut, pakan yang mengandung fraksi serat mudah terlarut cenderung menghasilkan asam propionat yang tinggi, sedangkan bahan pakan

yang digunakan pada penelitian ini merupakan bahan pakan dengan kandungan serat yang cukup tinggi dan tidak mudah terlarut sehingga proses fermentasi oleh mikroba rumen tidak optimal dan berpengaruh pada rendahnya asam propionat yang dihasilkan.

Penyebab yang sama juga memiliki peranan terhadap nilai butirat yang dihasilkan. Pada hasil penelitian ini penambahan mineral Zn tidak dapat meningkatkan konsentrasi asam butirat pada pelepah kelapa sawit dimana hal ini diduga karena kandungan lignin pada bahan yang digunakan cukup tinggi sehingga menyebabkan pencernaan oleh mikroba rumen kurang maksimal sehingga menghambat produksi asam butirat.

Tingginya kandungan lignin pada bahan pakan sebagai komponen penyusun serat akan mengakibatkan mikroba sulit mendegradasi bahan pakan dalam rumen sehingga hal ini mengakibatkan pencernaan bahan pakan oleh mikroba rumen tidak optimal dan tidak dapat meningkatkan konsentrasi asam butirat selama proses fermentasi. Penelitian yang dilakukan oleh Mardalena (2014) dengan menggunakan mineral Zn sebanyak 25 ppm pada limbah perkebunan menunjukkan hasil yang berbeda dimana seperti yang dilaporkan pemberian mineral Zn dapat meningkatkan kandungan antioksidan dalam susu kambing perah peranakan etawah.

Ammonia (NH₃)

Dapat dilihat pada tabel 1 yang menunjukkan bahwa penambahan mineral Zn pada pelepah kelapa sawit tidak berpengaruh signifikan ($P > 0,05$) terhadap masing-masing perlakuan. Pada hasil penelitian ini penambahan mineral Zn pada pelepah kelapa

sawit tidak dapat meningkatkan konsentrasi NH₃, yang mana hal tersebut diduga karena dosis mineral Zn yang diberikan cukup tinggi sehingga tidak dapat memberikan efektivitas terhadap metabolisme selama proses fermentasi *In Vitro*. Elsayed (2011) melaporkan bahwa suplementasi mineral Zn sebanyak 0,03-0,08 g Zn/kg bahan kering pakan memberikan pengaruh yang signifikan terhadap pencernaan protein kasar, serat kasar, dan lemak kasar pada ternak kambing sedangkan pada suplementasi lebih dari 5 g Zn/kg bahan kering pakan tidak memberikan dampak yang signifikan terhadap setiap variabel yang diamati

Rendahnya konsentrasi NH₃ yang dihasilkan diduga karena pakan yang digunakan dalam penelitian ini merupakan pakan yang memiliki kandungan serat yang cukup tinggi dengan kandungan protein yang cukup rendah. Konsentrasi NH₃ yang dihasilkan pada penelitian ini masih dalam kisaran yang tidak jauh berbedadengan jenis pakan sumber serat tinggi lainnya seperti ampas tebu. Wijayanti *et al.* (2012) melaporkan bahwa kandungan konsentrasi NH₃ yang diujikan dengan metode *In Vitro* pada ampas tebu berkisar $\pm 3,82\%$.

Protein Mikrobial

Berdasarkan data hasil pengamatan yang tertera pada tabel di atas menunjukkan bahwa konsentrasi protein mikrobial pada pelepah kelapa sawit dengan penambahan mineral Zn tidak berpengaruh signifikan ($P > 0,05$) terhadap masing-masing perlakuan. Pada penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan mineral Zn pada serbuk pelepah kelapa sawit tidak dapat meningkatkan konsentrasi protein

mikrobia. Hal ini diduga karena rendahnya nilai konsentrasi NH_3 yang dihasilkan sehingga tidak dapat mencukupi kebutuhan mikrobada dalam rumen yang mengakibatkan konsentrasiprotein mikrobia menjadirendah. Menurut Mc Donald *et al.* (1987) kisaran konsentrasi amonia yang cukup untuk pertumbuhan mikroba yang maksimal adalah 85-300 mg. Lebih lanjut, pada penelitian lainnya yang dilakukan oleh Puspitasari *et al.* (2015) yang melaporkan hasil yang berbeda dimana suplementasi mineral Zn pada jenis ransum berbeda yang diberikan pada ternak dilaporkan dapat meningkatkan sintesis protein mikrobia rumen dan performa sapi bali.

Mikroba rumen merupakan faktor kunci keberhasilan ternak dalam memanfaatkan pakan yang diberikan. Peningkatan populasi mikroba terutama bakteri, selain meningkatkan pencernaan pakan serat, juga merupakan sumber protein berkualitas tinggi bagi ternak ruminansia. Protein mikroba dapat menyumbangkan sampai 90% kebutuhan asam amino untuk ternak ruminansia (Russell *et al.*, 2010). Hasil penelitian Qori'ah *et al.* (2016) melaporkan bahwa sintesis protein mikroba yang optimal membutuhkan suplai nitrogen dan asam organik dimana suplai nitrogen berasal dari produksi amonia sedangkan asam organik akan terpenuhi dari produksi VFA yang merupakan hasil fermentasi karbohidrat. Rendahnya konsentrasi protein mikrobia mengindikasikan bahwa ketersediaan nutrisi tidak memenuhi kebutuhan bakteri selulolitik yang ada pada rumen sehingga akan menghambat sintesis protein dan menyebabkan rendahnya konsentrasi protein mikrobia.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa suplementasi mineral Zn pada serbuk pelepah kelapa sawit dapat meningkatkan nilai konsentrasi asam asetat, meskipun demikian tidak untuk asam propionat, asam butirat, NH_3 , dan protein mikrobia. Suplementasi mineral Zn pada serbuk pelepah sawit tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kualitas fermentasi secara *In Vitro*.

DAFTAR PUSTAKA

- Aung, T., & Jong-Bang, E. 2022. Impact of time and temperature on the physicochemical, microbiological, and nutraceutical properties of laver kombucha (*Porphyra dentata*) during fermentation. *Food Science and Technology*. 154. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112643>.
- Beta, M., & Hidayat, N., 2010. Penambahan molases terhadap pengaruh fermentasi karbohidrat oleh mikroba rumen secara *In Vitro*. *Agripet Journal*. Universitas Jendral Soedirman. 10(2), 27-33.
- Budiman, A., Antonius, H., & Kusrahayu. 2012. Pengaruh lama penyangraian telur asin setelah perebusan terhadap kadar nacl, tingkat keasinan dan tingkat kekenyalan. *Animal Agriculture Journal*. 1(2), 219-227.
- Elsayed, M. A. 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.
- Filípek, J., & Rudolf, D. 2009. Determination of the Volatile Fatty Acid Content in the Rumen Liquid: Comparison of Gas Chromatography and Capillary Isotachopheresis. *Acta Vet. Brno*. 78, 627-633.

- Franzolin, R., Rosales, F.P., Soares, W.V.B., 2010. Effects of dietary energy and nitrogen supplements on rumen fermentation and protozoa population in Buffalo and Zebu cattle. *Revista Brazilian de Zootecnia Journal*. 39, 549-555. Brazil.
- Ianni, A., Marco, I., Camillo, M., Denise, I., Lisa, G., Francesca, B., & Giuseppe, M. 2019. Zinc supplementation of dairy cows: Effects on chemical composition, nutritional quality and volatile profile of Giuncata cheese, *International Dairy Journal*. 94, 65-71.
- Jian, T.P., Jamaliah, M.J., Shuhaida, H., Ta, Y.W., Tabasum, M., 2016. Utilization of oil palm fronds as a sustainable carbon source in biorefineries. *International Journal of Hydrogen Energy*. 41, 4896-4906.
- Kardaya, D., 2010. Pengaruh suplementasi mineral organik (Zn-proteinat dan Cu-proteinat) dan ammonium molibdat terhadap performans domba lokat. Tesis. Program Pascasarjana. IPB. Bogor.
- Mardalena. 2014. Suplementasi serbuk kulit nenas serta mineral Cu dan Zn dalam ransum dan pengaruhnya terhadap kandungan antioksidan susu kambing. *Jurnal Sains Peternakan Indonesia*. 9 (2).
- McDonald P., R.A. Edwards, J.F.D. Greenhalgh. 1987. *Animal Nutrition* 6th Ed. Prentice Hall. Gosport. London.
- Puspitasari, N.M., Partama, I.B.G., Cakra, I.G.L., 2015. Pengaruh suplementasi vitamin dan mineral terhadap pencernaan nutrisi dan produk fermentasi rumen sapi Bali yang diberi ransum berbasis rumput gajah. *Jurnal Ilmiah Peternakan*. 8 (3)
- Plummer, D.T., 1987. *An Introduction to Practical Biochemistry*. Bombay New Delhi.
- Qori'ah, Suro, dan Sutrisno., 2016. Sintesis protein mikroba dan aktifitas bakteri selulolitik rumen. *Jurnal Ilmu Peternakan*. Universitas Diponegoro. 26 (3).
- Rahayu, S., Jamarun, N., Zain, M., Dewi, F., 2015. Pengaruh pemberian dosis mineral Zn 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.
- Russell, J.B., Muck, R.E., and Weimer, P.J. 2010. Quantitative analysis of cellulose degradation and growth of cellulolytic bacteria in the rumen. *Federation of European Microbiological Societies :Microbiol Ecol*. 67, 183-197.
- Steel, R.G.D., dan J.H., Torrie., 2002. *Principles and procedures of statistic. Biometrical Approach. Second Edition* McGraw-Hill Book Company. 633
- Suprijati., 2013. Seng organik sebagai imbuhan rumput raja dengan kombinasi konsentrat terhadap sapi perah. Balai Penelitian Ternak. Bogor.
- Tasaso, P. 2015. Optimization of Reaction Conditions for Synthesis of Carboxymethyl Cellulose from Oil Palm Fronds. *International Journal of Chemical Engineering and Applications*. 6(2).
- Warly, I., Suyitman, Evitayani, Armina, F., 2017. Nutrient digestibility and apparent bioavailability of minerals in beef cattle fed with different levels of concentrate and oil palm fronds. *Pakistan Journal of Nutrition*. 16(3): 131-135.
- Wijayanti, E.F., Wahyono, Suro, 2012. Kecernaan nutrisi dan fermentabilitas pakan komplit dengan level ampas tebu yang berbeda secara *in vitro*. *Animal Agriculture Journal*. 1 (1).