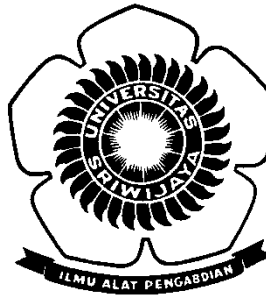


**SKRIPSI**  
**KUALITAS SILASE SERBUK PELEPAH KELAPA SAWIT**  
**YANG DIPERKAYA MINERAL ZINC(Zn) SECARA *IN VITRO***

*QUALITY OF SILAGE OIL PALM FRONDS ENHANCED*  
*MINERAL ZINC (Zn) BY IN VITRO*



**Wahyu Mashudi**  
**05041281722013**

**PROGRAM STUDI PETERNAKAN**  
**JURUSAN TEKNOLOGI DAN INDUSTRI PETERNAKAN**  
**FAKULTAS PERTANIAN**  
**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**  
**2021**

## SUMMARY

**WAHYU MASHUDI.** *Quality Of Silage Oil Palm Fronds Powder Enhanced Mineral Zinc (Zn) By In Vitro.* (Supervised by **Dr. Ir. ARMINA FARIANI, M.Sc.**)

This study aims was to determine the quality of silage oil palm frond Enhanced minerals zinc by *in vitro*.. This research was carried out from February to May 2021 at the Nutrition and Animal Feed Laboratory of the Animal Husbandry Study Program, Faculty of Agriculture and the Integrated Testing Laboratory, Department of Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Sriwijaya University. The design used in this study used a completely randomized design (CRD) with 3 treatments and 3 replications. Experimental treatments were oil palm midrib powder without mineral addition as a control (P0), then oil palm midrib powder added with 1% Zn mineral (P1), and oil palm midrib powder with 3% Zn mineral added (P3), *in vitro*. (artificial saliva). The parameters observed in this study were the concentration of partial VFA, NH<sub>3</sub>, and microbial protein. Differences in treatment were analyzed with the help of SPSS software version 20 and Duncan's Test. The results of this study showed that the application of Zn minerals to oil palm midribs was not significantly different or could not improve the quality of oil palm midrib powder at concentrations of propionic acid, butyric acid, NH<sub>3</sub>, and microbial protein, but in acetic acid showed a significant difference where at a concentration of 1 % had a value of 40 mM, and at a concentration of 3% increased to 45 mM when compared to 30 mM on control.

*Keywords* :*In Vitro*, NH<sub>3</sub>, Oil Palm Fronds, VFA, Microbial Protein.

## RINGKASAN

**WAHYU MASHUDI.** Kualitas Silase Serbuk Pelepah Kelapa Sawit Yang Diperkaya Mineral *Zinc* (Zn) Secara *In Vitro*. (Dibimbing oleh **Dr. Ir. ARMINA FARIANI, M.Sc.**)

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas silase serbuk pelepah kelapa sawit yang diperkaya dengan mineral Zn secara *in vitro*. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari sampai dengan Mei 2021 di Laboratorium Nutrisi dan Pakan Ternak Program Studi Peternakan Fakultas Pertanian dan Laboratorium Pengujian Terpadu Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya. Rancangan yang digunakan pada penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 3 perlakuan dan 3 kali 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 serbuk pelepah kelapa sawit yang ditambahkan mineral Zn 3% (P3), secara *in vitro* (saliva buatan). Parameter yang diamati pada penelitian ini adalah konsentrasi VFA parsial, NH<sub>3</sub>, dan Protein Mikrobial. Perbedaan perlakuan dianalisis dengan bantuan *software* SPSS versi 20 dan Uji Duncan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemberian mineral Zn pada pelepah kelapa sawit tidak berbeda nyata atau tidak dapat meningkatkan kualitas serbuk pelepah kelapa sawit pada konsentrasi asam propionat, asam butirat, NH<sub>3</sub>, dan protein mikrobial, tetapi pada asam asetat menunjukkan perbedaan yang signifikan dimana pada konsentrasi 1% memiliki nilai 40 mM, dan pada konsentrasi 3% meningkat menjadi 45 mM jika dibandingkan dengan kontrol 30 mM.

*Kata kunci* : *In Vitro*, NH<sub>3</sub>, Pelepah Kelapa Sawit, VFA, Protein Mikrobial.

**SKRIPSI**

**KUALITAS SILASE SERBUK PELEPAH KELAPA SAWIT  
YANG DIPERKAYA MINERAL *ZINC* (Zn) SECARA *IN VITRO***

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Peternakan  
Pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya



**Wahyu Mashudi**  
**05041281722013**

**PROGRAM STUDI PETERNAKAN  
JURUSAN TEKNOLOGI DAN INDUSTRI PETERNAKAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2021**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**KUALITAS SILASE SERBUK PELEPAH KELAPA SAWIT  
YANG DIPERKAYA MINERAL ZINC (Zn) SECARA *IN VITRO***

**SKRIPSI**

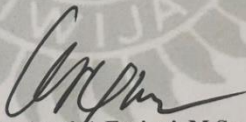
Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Peternakan  
Pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya

Oleh:

Wahyu Mashudi  
05041281722013

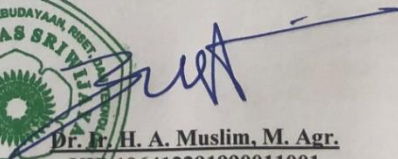
Indralaya, Oktober 2021

Dosen Pembimbing

  
Dr. Ir. Arminfa Fariani, M.Sc.  
NIP 196210161986032002

Mengetahui,  
Dekan Fakultas Pertanian



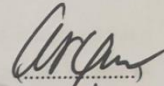
  
Dr. H. A. Muslim, M. Agr.  
NIP 196412291990011001

Skripsi dengan Judul “Kualitas Silase Serbuk Pelepah Kelapa Sawit Yang Diperkaya Mineral Zinc (Zn) Secara *In Vitro*” oleh Wahyu Mashudi telah dipertahankan di hadapan Komisi Penguji Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada tanggal 16 Agustus 2021 dan telah diperbaiki sesuai saran dan masukan tim penguji.

Komisi Penguji

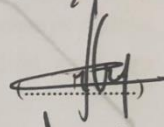
1. Dr. Ir. Armina Fariani, M.Sc.  
NIP. 196210161986032002

Ketua



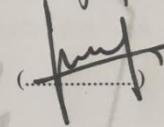
2. Dr. Rizki Palupi, S.Pt., MP.  
NIP. 197209162000122001

Sekretaris

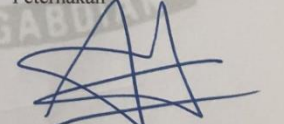


3. Dr. Agr. Asep Indra Munawar Ali, S. Pt., M.Si.  
NIP. 197605262002121003

Anggota



Indralaya, Oktober 2021  
Koordinator Program Studi  
Peternakan



Arfan Abrar, S.Pt., M.Si., Ph.D.  
NIP 197507112005011002

## PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Wahyu Mashudi

NIM : 05041281722013

Judul : Kualitas Silase Serbuk Pelepah Kelapa Sawit Yang Diperkaya Mineral Zinc (Zn) Secara *In Vitro*.

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa semua data dan informasi yang dimuat dalam skripsi ini merupakan hasil dari penelitian saya sendiri di bawah supervisi pembimbing, kecuali yang disebutkan dengan jelas sumbernya. Apabila dikemudian hari ditemukan adanya unsur plagiasi dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak mendapat paksaan dari pihak manapun.



Indralaya, Oktober 2021



Wahyu Mashudi

## **RIWAYAT HIDUP**

Penulis dilahirkan pada tanggal 24 November 1999 di Desa Pemetung Basuki Kabupaten Ogan Komering Ulu Timur Provinsi Sumatera Selatan, anak kedua dari dua bersaudara dari pasangan Bapak Sukiran dan Ibu Siti Sunarsih. Alamat orang tua di Desa Pahang Asri Kecamatan Buay Pemuka Peliung Kabupaten Ogan Komering Ulu Timur Provinsi Sumatera Selatan.

Penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar pada tahun 2011 di SDN 1 Buay Pemuka Peliung, Sekolah Menengah Pertama pada tahun 2014 di SMPN 1 Buay Pemuka Peliung dan Sekolah Menengah Atas pada tahun 2017 di SMAN 1 Martapura. Pada tahun 2017 melalui Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN) penulis tercatat sebagai mahasiswa di program studi Peternakan Jurusan Teknologi dan Industri Peternakan Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.

Selama masa perkuliahan penulis mengikuti organisasi, yaitu Himpunan Mahasiswa Peternakan Universitas Sriwijaya (HIMAPETRI) sebagai divisi olahraga pada periode 2018-2019. Selain itu penulis juga aktif dalam organisasi kedaerahan yaitu Himpunan Mahasiswa Martapura (HIMAPURA) sebagai Kepala Dinas Rumah Tangga (KDRT) di Himpunan Mahasiswa Martapura periode 2018-2019, dan penulis pernah mengikuti Kejurnas Fakultas Peternakan yang diselenggarakan di Universitas Gajah Mada periode 2017-2018.



## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat dan kasih sayangNya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “Kualitas silase serbuk pelepah kelapa sawit yang diperkaya mineral Zn secara *in vitro*” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Peternakan pada Jurusan Teknologi dan Industri Peternakan Program studi Peternakan Universitas Sriwijaya.

Melalui kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada ibu Dr. Ir. Armina Fariani, MSc. selaku dosen pembimbing yang selalu memotivasi, memberikan arahan dan masukkan serta atas kesabaran dan perhatiannya dalam memberikan arahan dan bimbingan kepada penulis sejak dari perencanaan, pelaksanaan, analisa hasil penelitian sampai selesainya skripsi ini.

Ucapan terimakasih juga kepada ibu Dr. Ir. Armina Fariani, M.Sc dan tim Penelitian Terapan Direktorat Riset dan Pengabdian pada Masyarakat (DRPM) Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, khususnya bapak Gatot Muslim, S.Pt,M.Si atas kesempatan dan arahan yang terus menerus diberikan kepada penulis untuk ikut terlibat dalam penelitian ini berdasarkan nomor kontak 0164.04/UN9/SB3.LP2M.PT/2021.

Ucapan terimakasih juga penulis sampaikan kepada ibu Dyah Wahyuni, M.Sc. sebagai dosen pembahas seminar proposal dan bapak Dr. Agr. Asep Indra Munawar Ali, S.Pt., M.Si. sebagai pembahas seminar hasil dan penguji sidang akhir yang telah memberikan arahan dan masukan dalam menyelesaikan skripsi.

Ucapan terimakasih penulis ucapkan kepada seluruh dosen, staf administrasi, dan bapak Anggriawan, NTP., M.Sc yang telah banyak membantu dari awal sampai selesainya penelitian hingga pengolahan data dan penulisan skripsi ini dan juga ibu Neny Afridayanti, S.Pt sebagai analis laboratorium Nutrisi Makanan Ternak Jurusan Teknologi dan Industri Peternakan Program Studi Peternakan yang telah banyak membantu selama proses penelitian berjalan.

Ucapan terima kasih juga penulis ucapkan kepada teman-teman satu tim penelitian Anggun, Apriansya Yulpa Wiguna, Elfan ramadhona, Faizal Nur'ain,

Ilham Wahyudi, M. Zahizan Putra,serta teman-teman seperjuangan peternakan angkatan 2017 yang telah membantu memberikan dukungan positif dalam pembuatan skripsi, memberikan suport dan semangat yang tiada henti.

Ucapan terima kasih yang tak terhingga penulis persembahkan kepada kedua orang tuaku yang tercinta yaitu ayahanda Sukiran dan ibunda Siti Sunarsih, dan kakak perempuan Wulan Rohmalina S.Pd. serta seluruh anggota keluarga lainnya yang telah memberikan doa, dorongan semangat, bantuan baik moril maupun materi dan dukungannya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari dengan keterbatasan kemampuan dan pengalaman yang dimiliki sehingga skripsi ini masih belum sempurna, namun penulis telah berusaha mengikuti segala ketentuan demi kesempurnaan skripsi ini. Kritik dan Saran dari pembaca sangat berguna supaya dalam pembuatan skripsi selanjutnya dapat lebih baik lagi. Akhir kata penulis ucapkan terimakasih semoga skripsi ini dapat memberikan sumbangan pemikiran dan bermanfaat bagi kita semua, khususnya dibidang peternakan.

Indralaya, Oktober 2021

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Tujuan .....	2
1.3. Hipotesa .....	2
TINJAUAN PUSTAKA .....	3
2.1. Pelepah Sawit.....	3
2.2. Mineral Zn .....	4
2.3. Silase .....	4
2.4. Uji In Vitro.....	5
2.4.2. VFA (Volatile Fatty Acid) .....	6
2.4.3. Protein Mikrobia .....	7
MATERI DAN METODE.....	9
3.1. Waktu dan Tempat.....	9
3.2. Alat dan Bahan.....	9
3.2.1. Alat.....	9
3.3. Metode Penelitian .....	9
3.4. Cara Kerja .....	10
3.4.1. Preparasi Pelepah Kelapa Sawit.....	10
3.4.2. Uji In Vitro.....	10
3.4.3. Pengukuran Konsentrasi NH <sub>3</sub> .....	11
3.4.4. Analisis Protein Mikrobia .....	12
3.5. Analisa Data.....	12
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	13
4.1. Konsentrasi VFA Parsial.....	13
4.1.1. Asam Asetat .....	13
4.1.2. Asam Propionat.....	14
4.1.3. Asam butirat .....	15
4.2. Konsentrasi Amonia (NH <sub>3</sub> ) .....	16

4.2. Konsentrasi Protein Mikrobial .....	17
KESIMPULAN DAN SARAN.....	19
5.1. Kesimpulan .....	19
5.2. Saran .....	19
DAFTAR PUSTAKA .....	20
LAMPIRAN.....	21

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1. Asam Asetat .....	13
Tabel 4.2. Asam Propionat.....	14
Tabel 4.3. Asam Butirat .....	15
Tabel 4.4. Konsentrasi NH <sub>3</sub> .....	16
Tabel 4.5. Konsentrasi Protein Mikrobial .....	17

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Perhitungan Asam Asetat .....	24
Lampiran 2. Perhitungan Asam Propionat .....	24
Lampiran 3. Perhitungan Asam Butirat .....	25
Lampiran 4. Perhitungan Konsentrasi $\text{NH}_3$ .....	26
Lampiran 5. Perhitungan Konsentrasi Protein Mikrobial .....	27
Lampiran 6. Pembuatan Sampel Uji <i>In Vitro</i> .....	27

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Luasnya lahan perkebunan kelapa sawit yang ada di Indonesia memiliki banyak manfaat dibidang peternakan khususnya ternak ruminansia. Tanaman kelapa sawit yang adaintunya 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. Kandungan protein pada pelepah kelapa sawit tergolong rendah namun tinggi akan kandungan serat pada serat deterjen netral (NDF) dan serat deterjen asam (ADF).

Pelepah kelapa sawit sendiri memiliki kandungan selulosad dan hemiselulosad yang cukup tinggi dan dapat dimanfaatkan sebagai sumber nutrisi bagi ternak ruminansia. Pelepah kelapa sawit mengandung karbohidrat struktural sebanyak 57,6%, kadar lignin 19,7% dan kadar abu sebanyak 5,8% (Jian *et al.*, 2016). Penggunaan pelepah kelapa sawit sebagai pakan ternak memiliki salah satu permasalahan dimana permasalahan dari pengolahan pelepah sawit sebagai pakan ternak yaitu tingginya kandungan lignin yang terkandung di dalamnya sehingga menyebabkan rendahnya daya cerna pada ternak (Astuti *et al.*, 2015). Upaya yang perlu dilakukan sebelum pelepah dijadikan pakan ternak yaitu mengolah pelepah kelapa sawit terlebih dahulu sebelum diberikan kepada ternak. Salah satu pengolahan limbah pelepah kelapa sawit yang dapat dilakukan adalah dengan cara menjadikannya silase dengan penambahan garam agar dapat memperpanjang daya simpan dan untuk mencegah pertumbuhan bakteri pembusuk di dalam pakan.

Lebih lanjut pada penelitian Warly *et al.*, (2017) dengan menggunakan tiga jenis ransum dengan tiga kandungan pelepah sawit yang berbeda secara 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 kecernaan. Lebih jauh menurut Nayeri *et al.*,

(2014) melaporkan bahwa Zn sangat diperlukan untuk pertumbuhan dan kesehatan hewan, Zn juga berperan dalam metabolisme karbohidrat, protein, lipid, dan asam nukleat. Informasi mengenai pemberian serbuk pelepah sawit yang diperkaya dengan mineral Zn masih sangat terbatas, padahal kombinasi pemberian mineral Zn pada serbuk pelepah sawit memiliki banyak kelebihan diantaranya adalah meningkatkan kualitas nutrisi yang terkandung dalam serbuk pelepah sawit.

Hasil penelitian Rahayuet *al.*, (2015) melaporkan bahwa penambahan mineral dalam pelepah kelapa sawit dapat meningkatkan nilai nutrisi dalam pelepah kelapa sawit dan menjadi pakan dengan sumber serat tinggi. Berdasarkan pemikiran di atas pada penelitian ini akan dilakukan investigasi pengaruh pemberian mineral Zn terhadap nilai pencernaan serbuk pelepah kelapa sawit secara *in vitro*.

## **1.2. Tujuan**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas silase serbuk pelepah kelapa sawit yang diperkaya dengan mineral Zn secara *in vitro*.

## **1.3. Hipotesa**

Penambahan mineral Zn hingga 3% pada serbuk pelepah kelapa sawit dapat meningkatkan kualitas silase yang lebih baik dibandingkan dengan kontrol.



## DAFTAR PUSTAKA

- Beta, M., dan Hidayat, N., 2010. Penambahan molases terhadap pengaruh fermentasi karbohidrat oleh mikroba rumen secara *in vitro*. *Agripet Journal*. Universitas Jendral Soedirman. Vol.10(2): 27-33. Purwakarta.
- Cope, C.M., Mackenzie, A.M., Wilde, D., Sinclair, L.A., 2009. Effects of level and from of dietary Zn on diary cow performance and health. *Journal Dairy Science*. 92:2128-2135. Harper Adams University. London.
- 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.
- Fachrianto, Ansari, H.M., dan Wahdi, A., 2018. Pemanfaatan limbah pelepah dan daun kelapa sawit melalui fermentasi *trichoderma sp.* sebagai pakan sapi potong. *Enviro Scientiae*. Vol (14). No(1): 1-7. Universitas Lambung Mangkurat. Kalimantan Selatan.
- 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*. Vol (39):549-555. Brazil..
- Hernaman, I., Atun, B., Siti, N., 2015. Kajian *in vitro* substitusi konsentrat dengan penggunaan limbah perkebunan singkong yang disuplementasi kobalt (Co) dan seng (Zn) dalam ransum domba. *Buletin of Animal Science Journal*. Universitas Padjajaran. Vol. (39). (2). Sumedang.
- Jayanegara, A., Ikhsan, Toharmat, T., 2013. Assesment of methane estimation from folatil fatty acid stoichiometry in the rumen *in vitro*. *Journal of Indonesian Tropical Animal Agriculture*. Bogor Agricultural University. Bogor.
- 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 Hydrofen Energy*. Vol. 4:4896-4906. Malaysia.
- Kardaya, D., 2010. Pengaruh suplementasi mineral organik (Zn-proteinat dan Cu-proteinat) dan ammonium molibdat terhadap performans domba lokat. *Tesis*. Program Pascasarjana. IPB. Bogor.
- Kegley, E.B., Pass, M.R., Moore, J.C., Larson, C.K., 2012. Supplemental trace minerals (Zn, Copper, Manganese, and Cobalt) as Availa 4 or inorganic sources for shipping stressed beef cattle. *American Registry of Professional Animal Scientists*. Vol. 28: 313-318. New York. Amerika.

- Mardalena. 2014. Suplementasi serbuk kulit nenas serta mineral Cu dan Zn dalam ransum dan pengaruhnya terhadap kandungan antioksidan susu kambing. *Jurnal Sains Peternakan Indonesia*. Vol. 9. No. 2. Fakultas Peternakan Universitas Jambi.
- McDonald P., R.A. Edwards, J.F.D. Greenhalgh. 1987. *Animal Nutrition 6<sup>th</sup> Ed*. Prentice Hall. Gosport. London.
- McDonald P., R.A. Edwards, J.F.D. Greenhalgh, and C.A. Morgan. 2011. *Animal Nutrition. 7<sup>th</sup> edition*. Prentice Hall. Englewood Cliffs. New Jersey.
- Mendes, L.B., Dennis, S., Nico, W.O., Peter, D. 2017. Reduction of ammonia emissions from dairy cattle cubicle houses via improved management-or design-based strategies. *Science of the total environment*. 520-531. Germany.
- Mutammi, A.D., Adiwiranti, R., Purnomoadi, A. 2019. Konsentrasi VFA dan pH cairan rumen kambing kejobong yang diberi pakan dengan imbalanced hijauan dan konsentrat berbeda. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner*. 365-370. Maret. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Nayeri. A.N.C, Upah, E, Sucu, M.V., Sanz-Fernandez. J. M, DeFrain, P. J, Gorden and 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. Amerika.
- Orskov, E.R., 1992. *Protein Nutrition of Ruminants*. 2nd edition. Academic Press Limited. London.
- Orskov, E.R., McDonald, I., Mahrez, A.Z. 1977. Rates of rumen fermentation in relation to ammonia concentration. *British Journal of Nutrition*. 38(3). 437-443. England.
- Osman, N.S., and Sapawe, N., 2020. Preparation of amorphous oil palm frond ash (OPFA) via acid leaching treatment as precursor for silica synthesis. *International Dairy Journal*. Malaysia.
- Purbowati, E., Edi, R., Wayan, S., Retno, A. 2014. Karakteristik cairan rumen, jenis, dan jumlah mikrobial dalam rumen sapi Jawa dan Peranakan Ongole. *Buletin Peternakan*. Vol. 38(1). 21-26. Universitas Diponegoro.
- 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*. Vol (18). No. 3 Magister Ilmu Peternakan Program Pascasarjana Universitas Udayana.

- Plummer, D.T., 1987. *An Introduction to Practical Biochemistry*. Bombay New Delhi.
- Qori'ah, Surono, dan Sutrisno., 2016. Sintesis protein mikroba dan aktifitas bakteri selulolitik rumen. *Jurnal Jurnal Ilmu Peternakan*. Universitas Diponegoro. Vol. 26. No.1. Semarang.
- 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. Universitas Andalas. Padang.
- 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. London.
- Santoso, B., Hariadi, B., Manik, H., Abubakar, H., 2011. Silage quality of king grass (*pennisetum purpureophoides*) treated with epiphytic lactic acid bacteria and tannin of acacia. *Media Peternakan Journal*. 140- 145. Institut Pertanian Bogor.
- Steel, R.G.D., dan J.H., Torrie., 2002. Principles and procedures of statistic. Biometrical Approach. *Second Edition McGraw-Hill Book Company*. 633 p. London.
- Suarna, I.W., Suryani, N.N., Mahardika, I.G., and Sarini, N.P. 2020. Rumen fermentation and microbial protein synthesis of Bali cattle heifers (*Bossondaicus*) fed ration containing different energy protein level. *Jurnal Sain Peternakan Indonesia*. Vol. 15. No.2. University of Udayana. Bali.
- Sudibya. 2013. Pelatihan pembuatan pakan ternak dengan teknologi silase dan amoniasi tebon jagung untuk mengatasi kelangkaan pakan ternak di kelompok ternak ngudi hasil Desa Jendi kecamatan Selogiri Kabupaten Wonogiri. *Journal of Rural and Development*. Vol. 4. No. 1. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Suprijati., 2013. Seng organik sebagai imbuhan rumput raja dengan kombinasi konsentrat terhadap sapi perah. *Balai Penelitian Ternak*. Bogor.
- Suryani, H. 2016. Supplmentation of direct fed microbial (DFM) on *in vitro* fermentability and degradability of ammoniated palm frond. *Skripsi*. Universitas Andalas. Padang
- Tilley, J.M.A., and Terry, R.A., 1963. A two stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *Journal of the Grassland Research Institute*.

- Hurley. Berks. European Grassland Federation. Italy.
- Tilley, J.M.A., and Terry, R.A., 1963. Comparison of organic matter digestibility by *in vivo* and *in vitro* methods. *Grass and Forage Science*. 18(2). 104-111. Italy
- Van Soest, J.P., 1994. *Nutrition Ecology of Ruminant*. 2<sup>nd</sup> Ed. Book of Nutrition. Cornell University Press. Cornell University. New York.
- Vellini, B.L., Prados, L.F., Moncao, F.P., Fireman, A.K., Resende, F.D., Siqueira, G.R., 2020. Zn amino acid complex in association with chomium methionine improves the feed efficiency of finished nellore cattle in the feedlot. *Animal Feed Science and Technology Journal*. No. 262. Brazil.
- Walda, L., Suryapatama, W., Suhartati, F.M., 2017. Pengaruh penggunaan bungkil kedelai dan bungkil kelapa dalam ransum berbasis indeks sinkronisasi energi dan protein terhadap sintesis protein mikroba rumen sapi perah. *Journal of Livestok Science and Production*. Vol. 1. Jogjakarta.
- 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*. Vol 16(3): 131-135. Pakistan.
- Wijekoon, K.C., Chettiyappan, V., Amila, A. 2011. Effect of organic loading rate on VFA production, organic matter removal and microbial activity of a two-stage thermophilic anaerobic membrane bioreactor. *Bioresource Technology*. 102. 5353-5360. Thailand.
- Wijayanti, E.F., Wahyono, Suroño., 2012. Kecernaan nutrien dan fermentabilitas pakan komplit dengan level ampas tebu yang berbeda secara *in vitro*. *Animal Agriculture Journal*. Vol (1). No (1). Universitas Diponegoro.
- Yasohtai, R. 2014. Importance of minerals on reproduction in diary cattle. *International Journal of Science Environment and technology*. Vol. 3. No. 6. 2051-2057. Kasetsart University. Bangkok.
- Zahari, M.A.K.M., Hidayah, A., Mokhtar, M. N., Solihin, J., Shirai, Y., Hassan, M.A., 2015. The case study of oil palm biomass biore greatly utilizes renewable non food sugar from oil palm fronds for the production of poly (3-hydroxybutyrate) bioplastic. *International Journal of Net Production*. 87. 284-290. Malaysia.

