

# SKRIPSI

## **EVALUASI KUALITAS FERMENTASI (NH<sub>3</sub> DAN VFA) PADA SILASE PARUTAN PELEPAH DAN LUMPUR SAWIT DENGAN PENAMBAHAN VITAMIN B KOMPLEKS SECARA *IN VITRO***

### ***EVALUATION OF THE FERMENTATION QUALITY (NH<sub>3</sub> AND VFA) IN SILAGE GRATED FRONDS AND PALM SLUDGE WITH THE ADDITION OF VITAMIN B COMPLEX BY IN VITRO***



**Nur Aulia  
05041181823004**

**PROGRAM STUDI PETERNAKAN  
JURUSAN TEKNOLOGI DAN INDUSTRI PETERNAKAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2022**

## SUMMARY

**NUR AULIA.** Evaluation of the Fermentation Quality (NH<sub>3</sub> and VFA) in Silage Grated Fronds and Palm Sludge with the Addition of Vitamin B Complex by *In Vitro*. (Supervised by **Prof. Dr. Ir. ARMINA FARIANI, M.Sc.**)

This study aims was to determine the quality of silage grated palm fronds and palm sludge with the addition of vitamin B complex on the digestibility of NH<sub>3</sub> and Total VFA by *in vitro*. This research was carried out from February to March 2022 at the Nutrition and Animal Feed Laboratory of the Animal Husbandry Study Program Faculty of Agriculture Sriwijaya University. The design used in this study used a Completely Randomized Design (CRD) with 3 treatments and 5 replications. The treatments used included silage palm frond and palm sludge (P0/control), silage palm frond and palm sludge + vitamin B complex 1% (P1), and silage palm frond and palm sludge + vitamin B complex 2% (P2). The parameters observed were the concentration of NH<sub>3</sub> and total VFA. Treatment differences were analyzed with the help of SPSS software and Duncan's Test. The results of this study showed that with the addition of vitamin B complex in silage grated palm fronds and palm sludge had different results and increased in each treatment. On the observation of the total VFA concentration, the highest value for the total VFA was 35,19 mM on P2 treatment, and on the test NH<sub>3</sub> had no different results in each treatment.

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

## RINGKASAN

**NUR AULIA.** Evaluasi Kualitas Fermentasi ( $\text{NH}_3$  dan VFA) pada Silase Parutan Pelelah dan Lumpur Sawit dengan Penambahan Vitamin B Kompleks Secara *In Vitro*. (Dibimbing Oleh **Prof. Dr. Ir. ARMINA FARIANI, M.Sc.**)

Penelitian ini bertujuan mengetahui kualitas silase parutan pelelah sawit dan lumpur sawit dengan penambahan vitamin B kompleks terhadap pencernaan  $\text{NH}_3$  dan VFA Total secara *in vitro*. Penelitian ini dilaksanakan dari bulan Februari sampai dengan Maret 2022 di Laboratorium Nutrisi dan Pakan Ternak Program Studi Peternakan Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya. Penelitian dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 3 perlakuan dan 5 ulangan. Perlakuan percobaan yaitu silase parutan pelelah sawit dan lumpur sawit (P0/kontrol), silase parutan pelelah sawit dan lumpur sawit + vitamin B kompleks 1% (P1), dan silase parutan pelelah sawit dan lumpur sawit + vitamin B kompleks 2% (P3). Parameter yang diamati adalah konsentrasi  $\text{NH}_3$  dan VFA total. Perbedaan perlakuan dianalisis dengan bantuan *software* SPSS dan Uji Duncan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemberian level vitamin B kompleks pada silase parutan pelelah sawit dan lumpur sawit memiliki hasil yang berbeda dan mengalami peningkatan setiap perlakuan pada uji VFA total. Nilai tertinggi terhadap konsentrasi VFA total yaitu 35, 19 mM pada P2, dan uji  $\text{NH}_3$  menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata.

Kata kunci: *In Vitro*, Lumpur sawit,  $\text{NH}_3$ , Pelelah Sawit, VFA.

## **SKRIPSI**

# **EVALUASI KUALITAS FERMENTASI (NH<sub>3</sub> DAN VFA) PADA SILASE PARUTAN PELEPAH DAN LUMPUR SAWIT DENGAN PENAMBAHAN VITAMIN B KOMPLEKS SECARA *IN VITRO***

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



**Nur Aulia**  
**05041181823004**

**PROGRAM STUDI PETERNAKAN  
JURUSAN TEKNOLOGI DAN INDUSTRI PETERNAKAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2022**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**EVALUASI KUALITAS FERMENTASI (NH<sub>3</sub> DAN VFA) PADA  
SILASE PARUTAN PELEPAH DAN LUMPUR SAWIT DENGAN  
PENAMBAHAN VITAMIN B KOMPLEKS SECARA *IN VITRO***


**SKRIPSI**

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

Oleh:

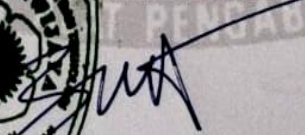
**Nur Aulia**  
**05041181823004**

**Indralaya, 2022**  
**Dosen Pembimbing**



**Prof. Dr. Ir. Armina Fariani, MSc.**  
**NIP 196210161986032002**

**Mengetahui,**  
**Fakultas Pertanian**

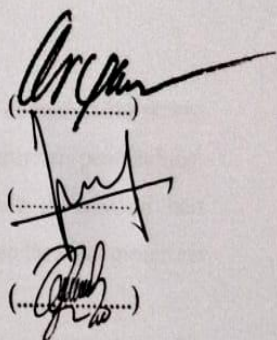


**Dr. Ir. H. A. Muslim, M. Agr.**  
**NIP 196412291990011001**

Skripsi dengan Judul “Evaluasi Kualitas Fermentasi (NH<sub>3</sub> dan VFA) Pada Silase Parutan Pelepah dan Lumpur Sawit Dengan Penambahan Vitamin B Kompleks Secara *In Vitro*” oleh Nur Aulia telah dipertahankan dihadapan Komisi Penguji Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada tanggal 30 Juni 2022 dan telah diperbaiki sesuai saran dan masukan tim penguji

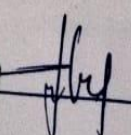
### Komisi Penguji

- |                                                                        |            |
|------------------------------------------------------------------------|------------|
| 1. Prof. Dr. Ir. Armina Fariani, M.Sc.<br>NIP. 196210161986032002      | Ketua      |
| 2. Dr. Agr. Asep Indra M. Ali, S.Pt., M.Si.<br>NIP. 197605262002121003 | Sekretaris |
| 3. Dyah Wahyuni S.Pt., M.Sc.<br>NIP. 198501182008122001                | Penguji    |

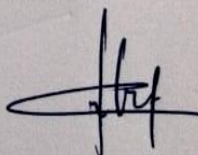


Ketua Jurusan  
Teknologi dan Industri Peternakan



  
Dr. Rizki Palupi, S.Pt., M.P.  
NIP 197209162000122001

Indralaya, Juli 2022  
Koordinator Program Studi  
Peternakan



Dr. Rizki Palupi, S.Pt., M.P.  
NIP 197209162000122001

## PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Nur Aulia  
Nim : 05041181823004  
Judul : Evaluasi Kualitas Fermentasi ( $\text{NH}_3$  dan VFA) Pada Silase Parutan Pelepah dan Lumpur Sawit Dengan Penambahan Vitamin B Kompleks Secara *In Vitro*.

Menyatakan bahwa seluruh data dan informasi yang dimuat dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri dibawah 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, Juli 2022



Nur Aulia

## **RIWAYAT HIDUP**

Penulis dilahirkan pada tanggal 23 Juli 2000 di Banyuasin Provinsi Sumatera Selatan, anak keempat dari empat bersaudara dari pasangan Bapak Sumri dan Ibu Deffi Diana. Alamat orang tua di Kelurahan Kayuara Kuning Kabupaten Banyuasin Provinsi Sumatera Selatan.

Penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar pada tahun 2012 di SDN 13 Banyuasin III. Sekolah Menengah Pertama pada tahun 2015 di MTS Ar-Riyadh Hadaiqurroyan. Sekolah Menengah Atas pada tahun 2018 di MAN 1 Banyuasin. Pada tahun 2018 melalui Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri 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), Lembaga Dakwah Fakultas BWPI Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya dan Organisasi Keluarga Mahasiswa Sedulang Setudung (KEMESS BANYUASIN). Penulis dipercaya menerima beasiswa Berprestasi Mahasiswa Banyuasin 2020 dan Beasiswa Peningkatan Prestasi Akademik Universitas Sriwijaya 2019 (PPA UNSRI). Tahun 2022 penulis dipercaya sebagai asisten praktikum Nutrisi Ternak Ruminansia dan asisten pratikum Produksi Ternak Perah.



## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan limpahan rahmat dan kasih sayang-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “Evaluasi Kualitas Fermentasi (NH<sub>3</sub> dan VFA) Pada Silase Parutan Pelepah dan Lumpur Sawit Dengan Penambahan Vitamin B Kompleks Secara *In Vitro*” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Peternakan pada Jurusan Teknologi dan Industri Peternakan Program Studi Peternakan Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.

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

Ucapan terima kasih penulis ucapkan kepada ibu Dyah Wahyuni, S. Pt., M.Sc sebagai dosen pembahas seminar dan penguji skripsi yang telah bersedia memberikan saran dan arahan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Penulis juga sangat berterima kasih kepada bapak Rektor Universitas Sriwijaya, Dekan Fakultas Pertanian dan Ketua Progran Studi Peternakan serta seluruh dosen, dan staf administrasi yang telah membantu dan memberikan informasi dalam penyelesaian skripsi.

Ucapan terima kasih juga penulis ucapkan kepada bapak Gatot Muslim, S.Pt, M.Si dan bapak Anggriawan, NTP., M.Sc yang telah banyak membantu dari awal sampai selesainya penelitian hingga pengolahan data dan penulisan skripsi ini serta ibu Neny Afridayanti, S.Pt sebagai analis laboratorium Nutrisi Makanan Ternak Jurusan Universitas Sriwijaya Teknologi dan Industri Peternakan Program Studi Peternakan Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya yang telah membantu analisa di laboratorium penelitian ini.

Penulis juga terima kasih kepada teman-teman satu tim penelitian Ahmad Mustofa, Iqbal Kurnia Perdana, dan Yogi Alexander Sitepu, yang sangat luar biasa, yang telah sama-sama berjuang dalam pengerjaan skripsi dan telah memberi banyak pengalaman, pelajaran, dan memberi makna kehidupan perkuliahan yang sesungguhnya kepada penulis. Terimakasih juga kepada sahabat saya Aprizka Umi Aulia, Khusnul khotimah, Salmi Shabrina, dan Selvera Mutiara Sari yang banyak membantu serta kebersamai selama ini dan teman-teman seperjuangan angkatan 2018 Program Studi Peternakan yang telah membantu memberikan informasi dalam penyelesaian skripsi.

Ucapan Terima kasih yang tak terhingga penulis persembahkan kepada kedua orang tua yang tercinta yaitu bapak Sumri dan ibu Deffi Diana dan seluruh anggota keluarga lainnya yang telah memberikan do'a, dorongan semangat, bantuan baik moril maupun materil dan dukungannya kepada penulis.

Penulis menyadari dengan keterbatasan kemampuan dan pengalaman yang dimiliki sehingga skripsi ini jauh dari kata sempurna, namun penulis telah berusaha mengikuti segala ketentuan demi kesempurnaan skripsi ini. Dengan segala kerendahan hati penulis mengharapkan saran dan kritikan dari pembaca yang bersifat membangun untuk menyempurnakan skripsi ini. Akhir kata, penulis mengharapkan agar skripsi ini dapat memberikan sumbangan pemikiran dan bermanfaat bagi kita semua, khususnya di bidang peternakan.

Indralaya, Juli 2022

Penulis

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
KATA PENGANTAR .....	ix
DAFTAR ISI .....	xi
DAFTAR TABEL .....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Tujuan Penelitian .....	2
1.3. Hipotesa Penelitian .....	2
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....	3
2.1. Pelepah Sawit .....	3
2.2. Lumpur Sawit .....	4
2.3. Vitamin B Kompleks .....	5
2.4. Silase .....	6
2.5. <i>In Vitro</i> (Metode Tilley & Terry, 1963) .....	6
2.5.1. Amonia (NH <sub>3</sub> ) .....	7
2.5.2. <i>Volatile Fatty Acid</i> (VFA) .....	8
BAB 3 PELAKSANAAN PENELITIAN .....	9
3.1. Waktu dan Tempat .....	9
3.2. Materi dan Metode .....	9
3.2.1. Materi Penelitian .....	9
3.2.2. Metode Penelitian .....	9
3.3. Prosedur Penelitian .....	10
3.3.1. Preparasi Pelepah Sawit .....	10
3.3.2. Preparasi Lumpur Sawit .....	11
3.3.3. Uji <i>In Vitro</i> .....	11
3.4. Analisa Data .....	14
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN .....	15
4.1. Konsentrasi VFA Total .....	15
4.2. Konsentrasi NH <sub>3</sub> .....	18

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....	20
5.1. Kesimpulan .....	20
5.2. Saran .....	20
DAFTAR PUSTAKA .....	21

## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
Tabel 4.1 Rataan konsentrasi VFA Total.....	15
Tabel 4.2 Rataan konsentrasi NH <sub>3</sub> .....	18

## DAFTAR LAMPIRAN

	<b>Halaman</b>
Lampiran 1. Perhitungan VFA Total.....	27
Lampiran 2. Perhitungan NH <sub>3</sub> .....	28
Lampiran 3. Pembuatan Sampel dan Proses Uji <i>In Vitro</i> .....	29

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil kelapa sawit terbesar di dunia. Luas lahan perkebunan sawit di Indonesia tahun 2021 yaitu 15.081.021 Ha dan untuk daerah provinsi Sumatera Selatan pada tahun 2021 sekitar 1.215.476 Ha (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2021). Hasil samping dari kelapa sawit berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai pakan alternatif karena produksinya yang besar dan ketersediaan yang berkelanjutan sehingga dapat dimanfaatkan untuk ternak ruminansia seperti pelepah sawit dan lumpur minyak sawit.

Pelepah sawit terdapat kandungan nutrisi dan unsur hara yang berpotensi bila limbahnya dimanfaatkan sebagai pakan serat. Jamarun *et al.* (2018) melaporkan bahwa pelepah sawit terdapat kandungan serat kasar dan lignin yang tinggi yaitu dengan nilai sebesar 49, 8% dan 30, 6%. Tingginya serat kasar dan kadar lignin dapat membatasi aktivitas mikroba rumen dalam mendegradasi pakan, sehingga memiliki daya cerna yang terbatas (Pazla *et al.*, 2020). Diperlukan teknologi untuk memperbaiki kualitas bahan pakan melalui pengolahan silase dengan penambahan garam, diharapkan dapat menambah daya simpan serta dapat meningkatkan pencernaan pada bahan pakan.

Olorunnisom (2015) melaporkan bahwa proses silase hijauan dapat meningkatkan perombakan suatu senyawa kompleks menjadi lebih sederhana, sehingga dapat dicerna oleh mikroba didalam rumen, dan dapat meningkatkan pencernaan. Proses fermentasi dengan penambahan bahan aditif yaitu garam berfungsi memberi batasan dan untuk mencegah terjadinya pertumbuhan mikorganisme pembusuk (Choi *et al.*, 2014). Penambahan garam diharapkan dapat meningkatkan pertumbuhan bakteri asam laktat yang selanjutnya menyebabkan tingginya konsentrasi asam didalam proses fermentasi, sehingga kondisi asam tercapai dan bakteri pembusuk tidak dapat berkembang.

Limbah pengolahan sawit selanjutnya yang dapat dimanfaatkan sebagai pakan alternatif yaitu lumpur sawit yang merupakan sumber bahan pakan ternak yang cukup potensial, terdapat dalam jumlah besar dan tersedia sepanjang

waktu. Lumpur minyak selain memiliki nilai kuantitatif yang cukup tinggi, juga terdapat nilai nutrisi yang cukup baik seperti lemak dan protein kasar untuk dapat digunakan sebagai bahan pakan ternak ruminansia. Lumpur sawit memiliki nilai bahan kering 24,06 %, karbohidrat 16,36%, kadar abu 14,40%, serat kasar 35,8 %, protein kasar 15,58 %, dan lemak kasar 12,31% (Nurhaita *et al.*, 2019).

Parutan pelepah sawit yang telah mengalami proses fermentasi dengan perlakuan penambahan garam dilakukan suplementasi vitamin B kompleks. Vitamin B kompleks berfungsi salah satunya sebagai kofaktor pada proses metabolisme, sintesis protein dan transportasi asam lemak (Kaur *et al.*, 2019). Penambahan vitamin B kompleks pada silase pelepah kelapa sawit dapat meningkatkan nilai konsentrasi VFA dan NH<sub>3</sub>. Sesuai hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan Anggun (2021) melaporkan bahwa suplementasi vitamin B kompleks 3% mampu meningkatkan konsentrasi VFA Parsial pada Asetat 64,69%, Propionat 24,44%, Butirat 33,00%, dan NH<sub>3</sub> 4,13%.

Berdasarkan penjelasan diatas perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terkait pengelolaan silase parutan pelepah sawit dan lumpur minyak sawit yang diberi vitamin B kompleks sebelum digunakan feed suplementasi pada ternak serta pengaruh terhadap pencernaan VFA Total dan NH<sub>3</sub> secara *in vitro*.

## **1.2. Tujuan Penelitian**

Penelitian bertujuan untuk mengetahui kualitas silase parutan pelepah dan lumpur sawit dengan penambahan vitamin B kompleks terhadap pencernaan VFA Total dan NH<sub>3</sub> secara *in vitro*.

## **1.3. Hipotesa Penelitian**

Penambahan vitamin B kompleks 1% dan 2% dapat meningkatkan kualitas parutan pelepah dan lumpur sawit yang lebih baik dibandingkan dengan kontrol.



## DAFTAR PUSTAKA

- Acevedo, R.C.G., Gronenberg, L.S., Mack, M., Commichau, F.M. and Genee, H.J., 2019. Microbial cell factories for the sustainable manufacturing of B vitamins. *Curr. Opin. Biotechnol*, 56(1), 18–29. Jerman.
- Anggun. 2021. *Kualitas Silase Serbuk Pelepah Kelapa Sawit Yang Diperkaya Vitamin B Kompleks Secara In Vitro*. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya. Palembang. Indonesia.
- Arora, S.P., 1989. *Microbial Digestion in Ruminant Animals*. Translator by R. Muwarni. Gajah Mada University Press, Yogyakarta. Indonesia.
- Blake, C.J. and Konings, E.J.M., 2019. Committee on food nutrition: fat soluble vitamins: water soluble Vitamins. *Journal of AOAC International*, 88(1), 325–330. Switzerland.
- Brandao, V.L.N., Marcondes, M.I. and Faciola, A.P., 2020. Comparison of Microbial Fermentation Data from Dual Flow Continuous Culture System to Omasal Sampling Technique. A meta analytical approach. *J. Dairy Sci*, 103(3), 2347-2362. Brazil.
- Capone, K. and Sentongo, T., 2019. The ABCs of nutrient deficiencies and toxicities. *Pediatr. Ann*, 48(11), 434–440. New Brunswick. Canada.
- Castagnino, P.S., Messana, J.D., Fiorentini, G., Jesus, R.B., San Vito, E., Carvalho, I.C.P. dan Berchielli, T.T., 2015. Glycerol combined with oils did not limit biohydrogenation of unsaturated fatty acid but reduced methane production *in vitro*. *Anim. Feed Sci. Technol*, 201(11), 14–24. Brazil.
- Chen, J., Kazzaz, A.E., Mazandarani, N.A., Feizi, Z.H. dan Fatehi, P., 2018. Production of flocculants, adsorbents, and dispersants from lignin. *Molecules*, 23(4), 868. Cina.
- Choi, Y. M., Jung, K.C., Jo, H.M., Nam, H.M. and Choe, J.H., 2014. Combined effects of potassium lactate and calcium ascorbate as sodium chloride substitutes on the physicochemical and sensory characteristics of low-sodium. *Meat Science, Elsevier*, 96(1), 21-25. Korea.
- Corley, R.H.V. and Tinker, P.B., 2016. *The Oil Palm*. 5th Ed. Wiley Blackwell. United Kingdom.
- Dhia, K.S., Kamil, K.A. dan Tanuwira, H., 2019. Kecernaan Dan Fermentabilitas Substrat Kombinasi Mineral Fungi dalam Rumen. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*, 7(2), 217-222. Bandung. Indonesia.

- Dinh, V.N., Thi, T.H., Bui, N.D., Duc, V.C. dan Viet, N.H., 2017. Lignin and cellulose extraction from Vietnam's rice straw using ultrasound assisted alkaline treatment method. *Int. J. Polym. Sci*, 1063695(08). Vietnam.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. 2021. *Statistik perkebunan Indonesia 2017-2021: Kelapa Sawit (Oil Palm)*. Jakarta: Sekretariat Direktorat Jenderal Perkebunan Kementerian Pertanian Republik Indonesia.
- Djulardi, A., Nuraini, N. and Trisna, A., 2018. Palm Oil Sludge Fermented with *Lentinus edodes* in the Diet of Broilers. *International Journal of Poultry Science*, 17(7), 306-310. Padang. Indonesia.
- Febrina, D., 2016. *Pemanfaatan hasil biodegradasi pelepah sawit menggunakan kapang *Phanerochaete chrysosporium* sebagai pengganti hijauan pakan pada ternak kambing*. Disertasi. Universitas Andalas. Padang.
- Fiorentini, G., Carvalho, I.P.C., Messana, J.D., Canesin, R.C., Castagnino, P.S., Lage, J.F., Arcuri, P.B. and Berchielli, T.T., 2015. Effect of lipid sources with different fatty acid profiles on intake, nutrient digestion and ruminal fermentation of feedlot Nellore steers. *J. Anim. Sci*, 28(11), 1583–1591. Brazil.
- Ghazaleh, A.A. dan Ishlak, A., 2014. Effects of incremental amounts of fish oil on trans fatty acids and *Butyrivibrio* bacteria in continuous culture fermenters. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr*, 98(2), 271- 278. Carbondale. IL. USA.
- Gonzalo, D., Dana, I.C., Mohamed, H.M. dan Marco, W.F., 2016. Bacterial enzymes involved in lignin degradation. *Journal of Biotechnology*, 236(16), 110-119. Netherlands.
- Hall, M.B., Nennich, T.D., Doane, P.H. and Brink, G.E., 2015. Total volatile fatty acid concentrations are unreliable estimators of treatment effects on ruminal fermentation *in vivo*. *J. Dairy Sci*, 98(6), 3988–3999. Medison. Amerika Serikat.
- Halpin dan Claire. 2019. Lignin engineering to improve saccharification and digestibility in grasses. *Current Opinion in Biotechnology*, 56(19), 223-229. United Kingdom.
- Hamchara, P., Chanjula, P., Cherdthong, A. and Wanapat, M., 2018. Digestibility, ruminal fermentation, and nitrogen balance with various feeding levels of oil palm fronds treated with *Lentinus sajor caju* in goats. *J. Anim. Sci*, 31(10), 1619-1626. Thailand.
- Harahap, N., Edhy, M. dan Nevy, D.H., 2017. Uji kecernaan bahan kering, bahan organik, NH<sub>3</sub> dan VFA pada pelepah daun sawit terolah pada sapi secara *invitro*. *Jurnal Peternakan*, 01(1), 13-21. Sumatera Utara. Indonesia.

- Helliwel, K.E., 2017. The roles of B vitamins in phytoplankton nutrition: New perspectives and prospects. *New Phytol*, 216(1), 62–68. Plymouth. Inggris.
- Holik, Y.L.A., Abdullah, L. dan Karti, P.D.M.H., 2019. Nutrient Silage Evaluation of New Sorghum (*Sorghum Bicolor*) Cultivation with Addition of Legum *Indigofera sp.* at Different Levels, *Jurnal Ilmu Nutrisi Dan Teknologi Pakan*, 17(2), 38-46. Bogor. Indonesia.
- Jafari, S., Meng, G.Y., Torshizi, M.A.K. and Ebrahimi, M., 2018. Effect of supplementation of oil palm (*Eleis guineensis*) frond as a substitute for concentrate feed on rumen fermentation, carcass characteristics and microbial populations in sheep. *J. Vet. Me*, 48(1), 9-18. Malaysia.
- Jamarun, N., Pazla, R., Zain, M. dan Arief. 2019. Comparison of *in vitro* digestibility and rumen fluid characteristics between the tithonia (*Tithonia diversifolia*) with elephant grass (*Pennisetum purpureum*). *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci*, 287(1), 12-19. Padang. Indonesia.
- Jamarun, N., Zein, M., Arief. dan Pazla, R., 2018. Population of rumen microbes and the *in vitro* digestibility of fermented oil palm fronds in combination with Tithonia (*Tithonia diversifolia*) and elephant grass (*Pennisetum purpureum*). *J. Pak. Nutr*, 17(1), 39-45. Padang. Indonesia.
- Kaur, M., Hartling, I., Burnett, T.A., Polsky, L.B., Donnan, C.R., Leclerc, H., Veira, D. and Cerri, R.L.A., 2019. Rumen protected B vitamin complex supplementation during the transition period and early lactation alters endometrium mRNA expression on day 14 of gestation in lactating dairy cows. *Journal Dairy Sci*, 102(2), 1–16. Canada.
- Kazzaz, A.E., Feizi, Z.H. dan Fatehi, P., 2019. Grafting strategies for hydroxy groups of lignin for producing materials. *Green Chem*, 21(21), 5714–5752. Canada.
- Li, Y., Sun, Z., Ge, X. and Zhang, J., 2016. Effects of lignin and surfactant on adsorption and hydrolysis of cellulases on cellulose. *Biotechnol Biofuels*, 20(9), 2-9. China.
- Matsuba, K., Padlom, A., Khongpradit, A., Boonsaen, P., Thirawong, P., Sawanon, S., Suzuki, Y., Koike, S. dan Kobayashi, Y., 2019. Selection of plant oil as a supplemental energy source by monitoring rumen profiles and its dietary application in Thai crossbred beef cattle. *Journal of Animal Sciences*. 32(10), 1511–1520. Jepang.
- Marwah., Hasanuddin, A. dan Syahrir. 2021. Kandungan nutrien lumpur sawit hasil biokonversi menggunakan *Rhizopus Olygosporus* dan potensinya sebagai bahan pakan. *J. Agrisains*, 22(1), 41-48. Palu. Indonesia.

- Mayulu, H., Fauziah, N.R., Haris, M.I., Christiyanto, M. and Sunarso. 2018. Digestibility Value and Fermentation Level of Local Feed Based Ration for Sheep. *Animal Production*, 20(2), 95-102. Semarang. Indonesia.
- Mc Donald, P., Edwards, R.A., Greenhalgh, J.F.D. and Morgan, C.A., 2002. *Animal Nutrition*. 6th Edn., ISBN: 9780582419063, Pages: 693.
- Megawati, H., Bardi, S. dan Setyabudi, I., 2021. Potensi Kombinasi Bittern Water dengan Vitamin B Kompleks untuk Terapi Defisiensi Mineral pada Sapi. *J Med Vet*, 4(1),137-154. Bandung. Indonesia.
- Niehoff I., Huther, L., Lebzien, P. and Flachowsky, G., 2013. The effect of a Niacin supplementation to different diets on ruminal fermentation and flow of nutrients to the duodenum of dairy cows. *Applied Agricultural and Forestry Research*, 63(2), 143-154. Jerman.
- Nuraini, A., Djulardi dan Trisna, A., 2019. Palm kernel cake fermented with *Lentinus edodes* in the diet of quail. *International Journal of Poultry Science*, 18(8), 387-392. Padang. Indonesia.
- Nurhaita, N.D. dan Hidayah, N., 2019. Fermentasi pelepah sawit dengan MOL dan pengaruhnya terhadap pencernaan dan karakteristik cairan rumen secara *in-vitro*. In: *Prosiding Seminar Nasional FAPERTA UMMY*, 4-5 September 2019, 57-65. Solok, Padang, Indonesia.
- Oktarini, N., 2015. Pengaruh Penambahan Nitrogen Dan Sulfur Pada Ensilase Jerami Ubi Jalar (*Ipomea Batatas L.*) Terhadap Konsentrasi NH<sub>3</sub> Dan VFA (*In Vitro*). *Students e-journals*, 4(3), 15-20. Bandung. Indonesia.
- Olorunnisomo, O.A. and Adewumi, A.S., 2015. Grass silage as conserved forage for cattle production in the humid parts of Nigeria 1st *Biennial Conference: Society for Grassland Research and Dev in Nigeria*, Dec 6-9 Federal Univ of Agric Abeokuta Nigeria.
- Pazla, R., Jamarun, N., Agustin, F., Zain, M., Arief. dan Cahyani, N.O., 2020. Effect of supplementation with phosphorus, calcium and manganese during oil palm frond fermentation by *Phanerochaete chrysosporium* on ligninase enzyme activity. *Biodiversitas*, 21(5), 1833-1838. Padang. Indonesia.
- Pollegioni, L., Tonin, P. and Rosini, E., 2015. Lignin degrading enzymes. *FEBS Journal*, 282(7), 1190–1213. Italy.
- Puniya, A.K., Singh, R. and Kamra, D.N., 2015. Rumen Microbiology. From Evolution to Revolution. *Springer*, New Delhi.
- Rahayu, R.I., Subrata, A. dan Achmadi, J., 2018. Fermentabilitas ruminal *in vitro* pada pakan berbasis jerami padi amoniasi dengan suplementasi tepung

- bonggol pisang dan molases. *Jurnal Peternakan Indonesia*, 20(3), 166-174. Semarang. Indonesia.
- Rasli, S., Ahmad, I., Lazim, A.M. dan Hamzah, A., 2017. Extraction And Characterization Of Cellulose From Agricultural Residue Oil Palm Fronds. *Malaysian J. Anal. Sci*, 21(5), 1065-1073. Malaysia.
- Rusli, N.D., Azmi, M.A., Mat, K., Hasnita, C.H., Zahari, M.W., Azhar, K., Zamri, M.S. and Hassim, H.A., 2019. The Effect of Physical and Biological Pre-treatments of Oil Palm Fronds on *in vitro* Ruminant Degradability. *J. Trop. Agric. Sci*, 42(2), 791-805. Malaysia.
- Saputra., Trisnadewi. dan Cakra. 2019. Kecernaan *In Vitro* dan Produk Fermentasi dari Silase Jerami Padi yang Dibuak dengan Penambahan Cairan Rumen. *Peternakan Tropika*, (7)2, 647–660. Bali. Indonesia.
- Seephueak, W., Ngampongsai, W. dan Chanjula, P., 2011. Effects of palm oil sludge in concentrate on nutrient utilization and rumen ecology of Thai native cattle fed with hay. *Songklanakarin J. Sci. Technol*, 33(3), 271-280. Thailand.
- Shah, A.A., Xianjun, Y., Zhihao, D., Siran, W. and Tao, S., 2017. Effects of lactic acid bacteria on ensiling characteristics, chemical composition and aerobic stability of king grass. *J. Anim. Plant Sci*, 27(3), 747-755. China.
- Stahmann, K.P., 2017. *Vitamins and Vitamin Like Compounds: Microbial Production*. Brandenburg University of Technology, Cottbus, Jerman.
- Suryani, H., Zain, M., Ningrat, R.W.S. and Jamarun, N., 2016. Supplementation of Direct Fed Microbial (DFM) on *in vitro* Fermentability and Degradability of Ammoniated Palm Frond. *Pakistan Journal of Nutrition*, 15(1), 89-94. Padang. Indonesia.
- Suter, P.M., 2020. The B-vitamins. *Essential Toxic Trace Elements Vitamins Hum. Health*, 16(3), 217–239. Switzerland.
- Togtokhbayar, N., Cerrillo, M.A., Rodriguez, G.B., Elghandour, M.M., Salem, A.Z., Urankhaich, C., Jigjidpurev, S., Odongo, N.E. and Kholif, A.E., 2015. Effect of exogenous xylanase on rumen *in vitro* gas production and degradability of wheat straw. *J. Anim. Sci*, 86(8), 765-771. Mongolia.
- Triyanti, M. dan Rozi, Z.F., 2021. Sosialisasi pemanfaatan pelepah sawit sebagai alternatif pakan ternak sapi di desa mulyoharjo kecamatan bts ulu kabupaten musi rawas. *Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 4(1), 347-350. Indonesia.
- Van Houtert, M.J.F., 1993. The production and metabolism of *volatile fatty acids* by ruminants fed roughages. *Animal Feed Science Technology*, 43(3-4), 189-225. Australia.

- Veronica, S.L., Djoni, P.R. and Ikrar, M.S., 2020. Perception of cattle farmers toward silage as animal feed. *Earth Environ Sci*, 518(1), 012070. Sulawesi Selatan. Indonesia.
- Wajizah, S., Samadi., Usman, Y. and Marian, E., 2015. Evaluasi nilai nutrisi dan pencernaan *in vitro* pelepah kelapa sawit (oil palm fronds) yang difermentasi menggunakan *Aspergillus niger* dengan penambahan sumber karbohidrat yang berbeda. *J. Agripet*, 15(1), 13-19. Aceh. Indonesia.
- Wang, L., Zhang, G., Li, Y. and Zhang, Y., 2020. Effects of high forage/concentrate diet on volatile fatty acid production and the microorganisms involved in VFA production in cow rumen. *Animals*, 10(2), 223. China.
- Wang, X., Li, X. dan Dong, Y., 2020. Vitamin D Decreases Plasma Trimethylamine-N-oxide Level in Mice by Regulating Gut Microbiota. 5, 9896743. Cina.
- Wencelova, M., Varadyova, Z., Mihalikova, K., Cobanova, K., Placha, I., Pristas, P., Jalc, D. dan Kisidayova, S., 2015. Rumen fermentation pattern, lipid metabolism and the microbial community of sheep fed a high concentrate diet supplemented with a mix of medicinal plants. *Small Ruminant Res*, 125, 64–72. Slavakia. Eropa.
- Wina, E. and Susana, I.W.R., 2013. Manfaat lemak terproteksi untuk meningkatkan produksi dan reproduksi ternak ruminansia. *Wartazoa*, 23(4), 176-184. Bogor. Indonesia.
- Yuan, P., Cui, S., Liu, Y., Li, J. and Liu, L., 2020. Metabolic engineering for the production of fat soluble vitamins: advances and perspectives. *Appl. Microbiol. Biotechnol*, 104(3), 935–951. China.