

**SKRIPSI**

**PRODUKSI GAS DAN KONSENTRASI METANA RUMPUT  
GAJAH (*Pennisetum Purpureum*) YANG DI INKUBASI CAIRAN  
RUMEN TERADAPTASI DENGAN NPN RUMINOFRASS  
SECARA *IN VITRO***

***GAS PRODUCTION AND METHANE CONCENTRATION OF  
ELEPHANT GRASS (*Pennisetum Purpureum*) IN RUMEN  
FLUIDS INCUBATION ADAPTED TO NPN RUMINOFRASS IN  
VITRO***



**M. Mario Syahbana  
05041181924003**

**PROGRAM STUDI PETERNAKAN  
JURUSAN TEKNOLOGI DAN INDUSTRI PETERNAKAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2023**

## SUMMARY

**M. MARIO SYAHBANA.** Gas Production And Methane Concentration Of Elephant Grass (*Pennisetum Purpureum*) In Rumen Fluids Incubation Adapted To Npn *Ruminofrass In Vitro* (Supervised by **ARFAN ABRAR**).

Most of the gas emissions that can cause a greenhouse effect on ruminants come from methane gas (CH<sub>4</sub>) produced from enteric fermentation. Methane gas is produced from the process of fermenting forage feed in the rumen. The purpose of this study was to study gas production, methane concentration, dry matter digestibility, and methane concentration on dry matter digestibility in elephant grass in vitro in vitro with rumen fluid incubation adapted to *ruminofrass* NPN. This research was conducted from September to November 2022 at the Animal Feed and Nutrition Laboratory, Animal Husbandry Study Program, Faculty of Agriculture, Sriwijaya University, Institute for Agricultural Environmental Research (Balintan) Jaken, Central Java. This study used the T-Test Analysis method with 2 treatments and 5 replications, with a total of 10 samples. The treatments consisted of P0 (Rumen Fluid of Slaughterhouse + Elephant Grass) and P1 (Rumen Fluid Adapted to NPN *Ruminofrass* + Elephant Grass). Parameters observed were gas production (mL), methane concentration (ppm), dry matter digestibility (%) and methane concentration on dry matter digestibility (ppm/g DM) in vitro. The results showed that gas production, methane concentration, dry matter digestibility, and methane concentration on dry matter digestibility was significantly different (P<0.05). Based on the results of the study it can be concluded that elephant grass with the addition of NPN *ruminofrass* rumen fluid in vitro was able to increase gas production and dry matter digestibility, and was able to reduce methane concentrations and methane concentration on dry matter digestibility

Keywords: Dry Matter Digestibility, Elephant Grass, Gas Production, *In Vitro*, Methane, NPN, *Ruminofrass*.

## RINGKASAN

**M. MARIO SYAHBANA.** Produksi Gas dan Konsentrasi Metana Rumput Gajah (*Pennisetum Purpureum*) Yang diinkubasi Cairan Rumen Teradaptasi Dengan Npn Ruminofrass Secara *In Vitro* (Dibimbing oleh Bapak **ARFAN ABRAR**).

Emisi gas yang dapat menimbulkan efek rumah kaca pada ternak ruminansia sebagian besar berasal dari gas metana ( $\text{CH}_4$ ) yang dihasilkan dari fermentasi enterik. Gas metana adalah hasil dari proses fermentasi pakan hijauan dalam rumen. Tujuan penelitian ini untuk mempelajari produksi gas, konsentrasi metana, pencernaan bahan kering dan konsentrasi  $\text{CH}_4$  per KBK pada rumput Gajah yang diinkubasi oleh cairan rumen teradaptasi dengan NPN ruminofrass secara *in vitro*. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September s.d November 2022 di Laboratorium Nutrisi dan Makanan Ternak, Program Studi Peternakan Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya, Balai Penelitian Lingkungan Pertanian (Balington) Jaken, Jawa Tengah. Penelitian ini menggunakan metode Analisa Uji T dengan 2 perlakuan dan 5 ulangan, dengan total 10 sampel. Perlakuan terdiri dari P0 (Cairan Rumen Rumah Potong Hewan + Rumput Gajah) dan P1 (Cairan Rumen Teradaptasi NPN Ruminofrass + Rumput Gajah). Parameter yang diamati adalah produksi gas (mL), konsentrasi metana (ppm), pencernaan bahan kering (%) dan konsentrasi metana per KBK (ppm/g BK) secara *in vitro*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa produksi, konsentrasi metana, pencernaan bahan kering dan konsentrasi metana per KBK memiliki hasil berbeda nyata ( $P < 0,05$ ). Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa rumput Gajah dengan penambahan inokulum cairan rumen NPN ruminofrass secara *in vitro* mampu meningkatkan produksi gas dan pencernaan bahan kering, serta mampu menurunkan konsentrasi metana dan konsentrasi  $\text{CH}_4$  per KBK.

Kata Kunci : *In Vitro*, Pencernaan Bahan Kering, Metana, NPN, Produksi Gas, *Ruminofrass*, Rumput Gajah.

## **SKRIPSI**

# **PRODUKSI GAS DAN KONSENTRASI METANA RUMPUT GAJAH (*Pennisetum Purpureum*) YANG DI INKUBASI CAIRAN RUMEN TERADAPTASI DENGAN NPN *RUMINOFRASS* SECARA *IN VITRO***

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



**M. Mario Syahbana**  
**05041181924003**

**PROGRAM STUDI PETERNAKAN  
JURUSAN TEKNOLOGI DAN INDUSTRI PETERNAKAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2023**

## LEMBAR PENGESAHAN

### PRODUKSI GAS DAN KONSENTRASI METANA RUMPUT GAJAH (*Pennisetum Purpureum*) YANG DI INKUBASI CAIRAN RUMEN TERADAPTASI DENGAN NPN *RUMINOFRASS* SECARA *IN VITRO*

#### SKRIPSI

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

Oleh :

**M. Mario Syahbana**  
**05041181924003**

Indralaya, April 2023

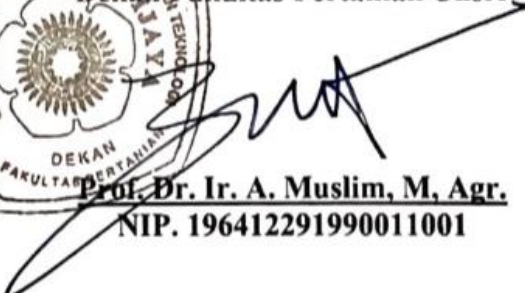
Dosen Pembimbing



**Ir. Arfan Abrar, S.Pt., M.Si., Ph.D., IPM., ASEAN. Eng.**  
**NIP. 197507112005011002**






Mengetahui,  
Dekan Fakultas Pertanian Unsri



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

Skripsi dengan judul "Produksi Gas dan Konsentrasi Metana Rumpuk Gajah (*Pennisetum Purpureum*) Yang di Inkubasi Cairan Rumen Teradaptasi Dengan NPN *Ruminofrass* Secara *In Vitro*" oleh M. Mario Syahbana telah dihadapkan dihadapan Komisi Penguji Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada tanggal April 2023 dan telah diperbaiki sesuai saran dan masukan tim penguji.


### Komisi Penguji

1. Ir. Arfan Abrar, S.Pt., M.Si., Ph.D., IPM., Ketua  
ASEAN. Eng.  
NIP. 197507112005011002 
2. Apriansyah Susanda Nurdin, S.Pt., M.Si. Sekertaris  
NIP. 198408222008121003 
3. Dr. Rizki Palupi, S.Pt., M.P. Anggota  
NIP. 197209162000122001 

Ketua Jurusan,  
Teknologi dan Industri Peternakan

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

Indralaya, April 2023  
Koordinator Program Studi Peternakan

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

## PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : M. Mario Syahbana  
NIM : 05041181924003  
Judul : Produksi Gas dan Konsentrasi Metana Rumput Gajah (*Pennisetum Purpureum*) yang diinkubasi Cairan Rumen Teradaptasi dengan NPN *Ruminofrass Secara In Vitro*

Menyatakan bahwa semua data dan informasi yang dimuat didalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri di bawah supervisi pembimbing, kecuali yang disebutkan dengan jelas sumbernya dan bukan hasil penjiplakan / plagiat. Apabila di kemudian hari ditemukan adanya unsur plagiasi dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar dari Universitas Sriwijaya.

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



Indralaya, April 2023



M. Mario Syahbana

## **RIWAYAT HIDUP**

Penulis dilahirkan pada tanggal 25 Maret 2001 di Palembang. Penulis merupakan anak pertama dari tiga bersaudara, dari pasangan bapak Ir. Syaharuddin Side dan ibu Yuhana.

Pendidikan Sekolah Dasar diselesaikan penulis pada tahun 2013 di SD Muhammadiyah 6 Palembang, Sekolah Menengah Pertama diselesaikan pada tahun 2016 di SMP Muhammadiyah 4 Palembang dan Sekolah Menengah Atas diselesaikan tahun 2019 di SMA Muhammadiyah 1 Palembang. Sejak Agustus 2019 penulis tercatat sebagai mahasiswa Program Study Peternakan, Jurusan Teknologi dan Industri Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN). Selama kuliah penulis pernah menjadi anggota HIMAPETRI (Himpunan Mahasiswa Peternakan Unsri) Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya.



## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis mengucapkan kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-nya karena berkat-nya yang luar biasa sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Produksi Gas dan Konsentrasi Metana Rumput Gajah (*Pennisetum Purpureum*) yang di Inkubasi Cairan Rumen Teradaptasi dengan NPN *Ruminofrass* secara *In Vitro*” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Peternakan Program Studi Peternakan Jurusan Teknologi dan Industri Peternakan Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.

Melalui kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih banyak kepada Bapak Ir. Arfan Abrar, S.Pt., M.Si., Ph.D., IPM., ASEAN. Eng selaku dosen pembimbing skripsi sekaligus pembimbing akademik atas kesabaran serta motivasinya kepada penulis dan perhatiannya dalam memberikan arahan dan bimbingan kepada penulis sejak perencanaan, pengaturan dan penyusunan sampai selesainya skripsi ini.

Ucapan terimakasih juga penulis sampaikan kepada Bapak Apriansyah Susanda Nurdin, S.Pt., M.Si sebagai dosen pembahas seminar dan penguji skripsi yang telah bersedia memberikan arahan dan masukan dalam penyelesaian skripsi ini dengan baik. Penulis juga sangat berterima kasih kepada bapak Rektor Universitas Sriwijaya, Dekan Fakultas Pertanian dan Ketua Program Studi Peternakan serta seluruh dosen dan staf administrasi yang telah membantu dan memberikan informasi dalam penyelesaian skripsi. Ucapan terima kasih juga penulis ucapkan kepada Ibu Neny Afridayanti, S.Pt sebagai analis Laboratorium Nutrisi dan Makanan Ternak Program Studi Peternakan Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya yang telah membantu dan memberikan arahan dalam berlangsungnya penelitian ini.

Ucapan Terima kasih yang tak terhingga penulis persembahkan kepada kedua orang tuaku yang tercinta yaitu Ayahanda Ir. Syaharuddin Side dan Ibunda Yuhana, serta seluruh anggota keluarga lainnya yang telah memberikan do’a, dorongan semangat, bantuan baik moril maupun materil serta dukungan kepada penulis.

Ucapan terimakasih tak lupa juga penulis haturkan terkhusus pada team Riset Fistula Rossa yaitu Guntur Wahono Geni, Iin Marisi Shalomita Kezia, M Isnan Aryadi, M Iqbal, Marlina Novita Br Ginting, Martha Dinata, Rendra Trianda Putri, Haidir dan Budi Santoso yang telah memberikan dukungan selama penulis menyelesaikan skripsi ini. Serta tidak lupa ucapan terimakasih kepada teman-teman angkatan 2019 Jurusan Teknologi dan Industri Peternakan atas bantuan seta kerjasamanya selama ini.

Penulis menyadari dengan keterbatasan kemampuan dan pengalaman yang dimiliki sehingga skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Namun, penulis mengharapkan saran dan kritikan yang bersifat membangun dari semua pihak. Akhir kata penulis ucapkan terimakasih semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Aamiin.

Indralaya, April 2023

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 .....	2
1.3. Hipotesa .....	2
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....	3
2.1. Sistem Pencernaan Ruminansia .....	3
2.2. Rumput Gajah .....	4
2.3. NPN.....	5
2.4. Produksi Gas Fermentasi Rumen.....	6
2.5. Kecernaan In Vitro.....	7
BAB 3 PELAKSANAAN PENELITIAN.....	8
3.1. Waktu dan Tempat .....	8
3.2. Alat dan Bahan.....	8
3.3. Metode Penelitian.....	8
3.4. Cara Kerja .....	8
3.4.1. Proses Adaptasi NPN <i>Ruminofrass</i> dalam Rumen.....	8
3.4.2. Preparasi Sampel .....	9
3.4.3. Uji Kecernaan In Vitro .....	9
3.5. Peubah yang diamati .....	9
3.5.1. Produksi Gas (mL) .....	9
3.5.2. Konsentrasi Metana (ppm) .....	10
3.5.3. Pengukuran Kecernaan Bahan Kering (KBK %) .....	10
3.5.4. Konsentrasi Metana (CH <sub>4</sub> ) per KBK (ppm/g BK).....	10
3.6. Analisa Data .....	10
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	11

	<b>Halaman</b>
4.1. Produksi Gas .....	11
4.2. Konsentrasi Metana.....	12
4.3. Kecernaan Bahan Kering (KBK) .....	14
4.4. Konsentrasi Metana (CH <sub>4</sub> ) per KBK (ppm/g BK) .....	17
BAB 5 PENUTUP .....	17
5.1. Kesimpulan .....	17
5.2. Saran .....	17
DAFTAR PUSTAKA .....	18
LAMPIRAN	

## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
Tabel 4.1. Nilai Rataan Produksi Gas pada waktu inkubasi 24 jam .....	11
Tabel 4.2. Nilai Rataan Konsentrasi Metana (ppm).....	13
Tabel 4.3. Rataan nilai kualitas Kecernaan Bahan Kering (KBK).....	14
Tabel 4.4. Rataan nilai Konsentrasi Metana (CH <sub>4</sub> ) per KBK .....	15

## DAFTAR LAMPIRAN

	<b>Halaman</b>
Lampiran 1. Perhitungan Nilai Produksi Gas .....	21
Lampiran 2. Perhitungan Nilai Konsentrasi Metana.....	21
Lampiran 3. Perhitungan Nilai Kecernakan Bahan Kering .....	22
Lampiran 4. Perhitungan Nilai Konsentrasi Metana per KBK .....	22
Lampiran 5. Proses Adaptasi Cairan Rumen NPN <i>Ruminofrass</i> .....	23
Lampiran 6. Uji In Vitro, Produksi Gas, Konsentrasi Metana, KBK .....	23

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Fermentasi dalam rumen merupakan proses pencernaan yang dilakukan oleh mikroorganisme seperti protozoa, virus, bakteri serta jamur dan kegiatan untuk penyerapan pakan oleh produk yang dihasilkan berdasarkan dari fermentasi substrat. VFA (*Volatile fatty acid*), molekul H<sub>2</sub> serta karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) diproduksi oleh bakteri, jamur dan protozoa selama proses fermentasi karbohidrat didalam rumen (Harahap *et al.*, 2020). Metana dan karbon dioksida yaitu salah satu hasil sampingan dari lajur pencernaan didalam rumen dan proses pengeluaran CO<sub>2</sub> dan CH<sub>4</sub> melalui feses dan sendawa ternak (Hikmawan *et al.*, 2019).

Menurut Syahminan *et al.* (2021), ruminansia dapat berdampak pada timbulnya global warming yang disebabkan oleh emisi gas, emisi gas sendiri muncul dari gas metana (CH<sub>4</sub>) yang berasal dari fermentasi *enteric*. Gas metana tidak akan menjadi sumber energi yang akan dibutuhkan oleh ternak serta dapat dianggap sebagai polutan. Namun demikian, industri peternakan merupakan subindustri yang berkontribusi terhadap pemanasan global yang meningkat dikarenakan industri peternakan menghasilkan gas metana yang berasal dari eruktasi dan kotoran ternak (Ishak *et al.*, 2019). Berdasarkan laporan Gerber *et al.* (2013), industri peternakan menyumbangkan 18% emisi gas rumah kaca dan termasuk yang terbesar. Satu ekor sapi dapat menghasilkan gas metana sekitar 250-300 liter/hari serta 11-12% kontribusinya yang menghasilkan panas bumi meningkat (Baker, 2021).

Masalah lingkungan tidak selalu terkait gas metana, akan tetapi juga menggambarkan sebagian energi yang hilang dari ternak menyebabkan proses produksi belum mampu untuk dimanfaatkan (Duin *et al.*, 2016). Menurut Alfauzi dan Hidayah (2021), gas metan dihasilkan dari proses fermentasi *anaerob* karbohidrat non-struktural dan struktural dari *metanogen* didalam rumen ternak ruminansia kemudian dikeluarkan melalui eruktasi. Proses pembentukan gas metana berlangsungnya didalam rumen yang dilakukan melalui reduksi CO<sub>2</sub> oleh H<sub>2</sub> yang dikatalisis oleh enzim yang berasal dari adanya bakteri metanogenik.

*Metanogen* merupakan mikroorganisme yang membentuk metana menjadi produk sampingan metabolik pada kondisi *anaerob*, makhluk ini digolongkan sebagai *archaea*, mikroorganisme yang relatif berbeda berasal bakteri. Pencernaan ruminansia memiliki ciri diantaranya berlangsungnya aktivitas mikroba serta lajur fermentasi pada bagian rumen. Menurut De La Fuente *et al.* (2019), metanogenesis dalam rumen dipengaruhi oleh jenis pakan yang dikonsumsi, semua *metanogen* ialah *archae anaerob* yang termasuk dalam filum *Euyarchaeota* dan mendapatkan sebagian besar energi dari metanogenesis. *Metanogen* diklasifikasikan menjadi tiga kelas berdasarkan substrat yang digunakannya: turunan metana (*methylothetic*), H<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub> (*hydrogenotrophic*) dan asetat (*acetoclastic*) (Tseten *et al.*, 2022).

*Non-protein nitrogen* (NPN) adalah senyawa non-protein yang mengandung nitrogen seperti amida, asam amino dan amonium sulfat. NPN dipergunakan oleh mikroba rumen buat proses sintesis protein mikroba. Cahyaningtyas *et al.* (2019), melaporkan bahwa ruminansia dapat memanfaatkan NPN untuk memproduksi protein dalam rumen, ruminansia dapat bertahan hidup dengan pakan berprotein rendah.

*Ruminofrass* merupakan salah satu bahan yang berasal dari sampingan media perkembangbiakan maggot BSF (*Black Soldier Fly*) dari fase prepupa menuju pupa yang bercampur dengan kotoran maggot BSF (Bidareksa, 2022). *Ruminofrass* merupakan sumber NPN potensial, karena komponen utama *ruminofrass* yaitu nitrogen. Menurut Gärtling dan Schulz (2022), *ruminofrass* memiliki kandungan 3,4% N, 1,5% P dan 2,9% K dan pH netral hingga basa. Berdasarkan uraian yang telah dijelaskan diatas maka akan dilakukan penelitian untuk mempelajari produksi gas dan konsentrasi metana pada rumput Gajah yang diinkubasi cairan rumen teradaptasi dengan NPN *ruminofrass* secara *in vitro*.

## **1.2. Tujuan**

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari produksi gas dan konsentrasi metana pada rumput Gajah yang diinkubasi cairan rumen teradaptasi dengan NPN *ruminofrass* secara *in vitro*.

## **1.3. Hipotesa**

Diduga cairan rumen yang sudah teradaptasi dengan NPN *ruminofrass* akan menurunkan produksi dan konsentrasi gas metana.



## DAFTAR PUSTAKA

- Abrar A., Tsukahara T., Konodo M., Ban-Tokuda T., Chao W. and Matsui H., 2015. Effect Of Supplementation Of Rice Brand And Fumarate Alon Or In Combination On In Vitro Rumen Fermentation, Methanogenesis And Methanogens. *Journal Animal Science*, 86, 849-85.
- Alfauzi, R. dan Hidayah, N., 2021. Potensi Gulma Kirinyuh (*Chromolaena odorata*) Sebagai Agen Pereduksi Gas Metan Ternak Ruminansia. *Prosiding Seminar Teknologi Dan Agribisnis Peternakan*, Fakultas Peternakan Universitas Jenderal Soedirman: 24-25 Mei 2021. 361-369.
- Aquilina, G., Bories, G., Chesson, A., Coconcelli, P. S., DeKnecht, J., Dierick, N. A., Gralak, M. A., Gropp, J., Halle, I., Hogstrand, C., Kroker, R., Leng, L., Puente, S. L., Haldorsen, A. K. L., Mantovani, A., Martelli, G., Mezes, M., Renshaw, D., Saarela, M., Sejrsen, K. and Westendorf, J., 2012. Scientific Opinion on the safety and efficacy of Urea for ruminants. *European Food Safety Authority Journal*, 10(3), 1–12.
- Azizah, N. H., Ayuningsih, B. dan Susilawati, I., 2020. Pengaruh Penggunaan Dedak Fermentasi Terhadap Kandungan Bahan Kering dan Bahan Organik Silase Rumpun Gajah (*Pennisetum Purpureum*). *Jurnal Sumber Daya Hewan*, 1(1), 9-13.
- Baker, A., 2021. Surf and Turf: How Seaweed Helps Cows Become Better Climate Citizens [online]. *Times Magazine*. <https://time.com/6119791/seaweed-cows-methane-emissions/> [Accessed 10 Oktober 2022].
- Bannink, A., Smits, M. C. J., Kebreab, E., Mills, J. A. N., Ellis, J. L., Klop, A., France, J., Dijkstra, J., 2010. Simulating the effects of grassland management and grass ensiling on methane emission from lactating cows. *Journal of Agricultural Science*, 148, 55-72.
- Bidareksa, R. A., 2022. *Kualitas Kecernaan Rumput Gajah (Pennisetum Purpureum) dengan Imbuhan Pakan Frass BSF Secara In vitro*. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.
- Cahyaningtyas, A., Kusmartono dan Marjuki, 2019. Sintesis Protein Mikroba Rumen dan Produksi Gas In Vitro Pakan yang ditambah Urea Molasses Block (UMB) yang Mengandung Ragi Tape Sebagai Sumber Probiotik. *Jurnal Nutrisi Ternak Tropis*, 2(2), 38-46.
- DeLaFuente, G., Yañez-Ruiz, D. R., Seradj, A. R., Balcells, J. and Belanche, A., 2019. Methanogenesis in animals with foregut and hindgut fermentation: A review. *Animal Production Science*, 59(12), 2109–2122.

- Duin, E. C., Wagner, T., Shima, S., Prakash, D., Cronin, B., Yáñez-Ruiz, D. R., Duval, S., Rümbele, R., Stemmler, R. T., Thauer, R. K. and Kindermann, M., 2016. Mode Of Action Uncovered For The Specific Reduction Of Methane Emissions From Ruminants By The Small Molecule 3-Nitrooxypropanol. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 113(22), 6172–6177.
- Dumadi, E. H., Abdullah, L. dan Sukria, H. A., 2021. Kualitas Hijauan Rumput Gajah (*Pennisetum purpureum*) Berbeda Tipe Pertumbuhan: Review kuantitatif. *Jurnal Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan*. 19(1), 6–13.
- Fajri, A. I., Hartutik. dan Irsyammawati, A., 2018. Pengaruh Penambahan Pollard dan Bekatul dalam Pembuatan Silase Rumput Odot (*Pennisetum purpureum*, Cv. *Mott*) Terhadap Kecernaan dan Produksi Gas Secara In Vitro. *Jurnal Nutrisi Ternak Tropis*. 1(1), 9-17.
- Faradilla, F., Nuswantara, L. K., Christiyanto, M. dan Pangestu, E., 2019. Kecernaan Bahan Kering, Bahan Organik, Lemak Kasar dan Total Digestable Nutrients Berbagai Hijauan Secara In Vitro. *Jurnal Litbang Provinsi Jawa Tengah*, 17(2), 185-193.
- Gärttling, D. and Schulz, H., 2022. Compilation of Black Soldier Fly Frass Analyses. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 22(1), 937–943.
- Gerber, P. J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet A., Opio, C., Dijkman, J., Falcucci, A., Tempio, G., 2013. Tackling Climate Change Through Livestock- A Global Assessment of Emissions and Mitigation Opportunities. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Gusasi, A., 2014. Nilai pH, Produksi Gas, Konsentrasi Amonia dan VFA Sistem Rumen In Vitro Ransum Lengkap Berbahan Jerami Padi, Daun Gamal dan Urea Mineral Molases Liquid. Skripsi. Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin.
- Hambakodu, M. dan Ina, Y. T., Evaluasi Kecernaan In Vitro Bahan Pakan Hasil Samping Agro Industri. *Jurnal Agripet*, 19(1), 7-12.
- Harahap, R. P., Jayanegara, A., Nahrowi, N., Suharti, S. dan Lestari, R. B., 2020. Emisi metan dan fermentasi rumen in vitro dari ransum yang ditambahkan kitosan asal kulit udang. *Livestock and Animal Research*, 18(2), 142.
- Hifizah, A., Astaty dan Qurniawan, A., 2021. Manipulasi Pakan menggunakan Limbah Tanaman Perkebunan yang mengandung Metabolit Sekunder sebagai Agen Pereduksi Metana. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Peternakan Tropis*, 8(3), 269-282.
- Hikmawan, D., Erwanto, Muhtarudin. dan Fathul, F., 2019. Pengaruh Substitusi Rumput Laut (*Eucheuma cottonii*) dalam Pakan Rumput Gajah (*Pennisetum purpureum*) Terhadap Konsentrasi VFA Parsial dan Estimasi Produksi Gas

- Metana Secara *In-vitro*. *Jurnal Riset dan Inovasi Peternakan*, 3(1), 12-18.
- Ishak, A. B. L., Takdir, M. dan Wardi, W., 2019. Estimasi Emisi Gas Rumah Kaca (GRK) dari Sektor Peternakan Tahun 2016 di Provinsi Sulawesi Tengah. *Jurnal Peternakan Indonesia*, 21(1), 51-58.
- Muna, L. M., Muhtarudin, Sutrisna, R. dan Fathul, F., 2019. Pengaruh Perlakuan Secara Kimiawi (Amoniasi) dan Biologi (Kapang) Pada Kulit Kopi Terhadap Kecernaan Bahan Organik (In Vitro). *Jurnal Riset dan Inovasi Peternakan*, 3 (2), 34-38.
- O'Mara, F. P., Beauchemin, K. A., Kreuzer, M. and McAllister, T. A., 2008. Reduction of greenhouse gas emissions of ruminants through nutritional strategies. *Proceedings Livestock and Global Climate Change*. Hammamet, Tunisia, May 17–20th, 2008. Cambridge Univ. Press. pp. 40–43.
- Paulino, T. B., Amalo, F. A. dan Maha, I. T., 2020. Kajian Histokimia Sebaran Karbohidrat Asam Pada Lambung Depan Sapi Sumba Ongole (*Bos indicus*). *Jurnal Kajian Veteriner*, 8(2), 202–210.
- Pratiwi, F. A., 2021. *Produksi Gas, Konsentrasi Metana dan Konsentrasi Metana per Kecernaan Bahan Kering (KBK) Rumpuk Gajah (Pennisetum Purpureum) Dengan Imbuhan Pakan Asal Frass BSF Secara In Vitro*. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.
- Ramdani, D., Marjuki, M. dan Chuzaemi, S., 2017. Pengaruh Perbedaan Jenis Pelarut dalam Proses Ekstraksi Buah Mengkudu (*Morinda citrifolia L*) Pada Pakan Terhadap Viabilitas Protozoa dan Produksi Gas In-vitro. *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan*, 27(2), 54–62.
- Suningsih., 2017. Level Larutan McDougall dan Asal Cairan Rumen pada Teknik *In Vitro*. *Jurnal Sains Peternakan Indonesia*, 12(3).
- Syahminan, M., Azhary, M. dan Imam, S. A., 2021. Evaluasi Gas Rumah Kaca CH<sub>4</sub> dari Sektor Peternakan di Kelurahan Kalamangan. *Makalah Ilmiah Teknik Lingkungan*, 6(2), 52-58.
- Syarifuddin, H., Sy, A. R. dan Devitriano, D., 2019. Inventarisasi Emisi Gas Rumah Kaca (CH<sub>4</sub> dan N<sub>2</sub>O) Dari Sektor Peternakan Sapi Dengan Metode Tier-1 IPCC di Kabupaten Muaro Jambi. *Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Peternakan*, 22(2), 84–94.
- Tadele, Y. dan Amha, N., 2015. Use of Different Non Protein Nitrogen Sources in Ruminant Nutrition : A review. *Advances in Life Science and Technology*, 29, 100–105.
- Tseten, T., Sanjorjo, R. A., Kwon, M. and Kim, S. W., 2022. Strategies to Mitigate Enteric Methane Emissions from Ruminant Animals. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 32(3), 269–277.

- Wajizah, S., Sumadi, Usman, Y. dan Mariana, E., 2015. Evaluasi Nilai Nutrisi dan Kecernaan In Vitro Pelelah Kelapa Sawit (*Oil Palm Fronds*) yang Difermentasi Menggunakan *Aspergillus niger* dengan Penambahan Sumber Karbohidrat yang Berbeda. *Jurnal Agripet Universitas Syiah Kuala*, 15(1), 13–19.
- Widiawati, Y., Rofiq, M.N. dan Tiesnamurti, B., 2016. Methane Emission Factors For Enteric Fermentation In Beef Cattle Using IPCC Tier2 Method In Indonesia. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner*, 21, 101-111.
- Yanuartono, Nururrozi, A., Indarjulianto, S., Purnamaningsih, H. dan Rahardjo, S. (2018). Urea : Manfaat Pada Ruminansia. *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan* [online], 28(1), 10–34.