

SKRIPSI

**PRODUKSI GAS, KONSENTRASI METANA DAN
KONSENTRASI METANA PER KBK RUMPUT GAJAH
(*Pennisetum purpureum*) DENGAN IMBUHAN PAKAN ASAL
FRASS BSF SECARA IN VITRO**

***GAS PRODUCTION, METHANE CONCENTRATION AND
METHANE CONCENTRATION per DRY MATTER
DIGESTIBILITY OF ELEPHANT GRASS (*Pennisetum
Purpureum*) WITH ADDITIVES BSF FRASS ADDITION IN
VITRO***



**Febryzah Astri Pratiwi
05041181823010**

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

SUMMARY

FEBRYZAH ASTRI PRATIWI. Gas Production, Methane Concentration and Methane Concentration per Dry Matter Digestibility Elephant Grass (*Pennisetum Purpureum*) In Vitro (Supervised by **ARFAN ABRAR**).

Emissions of methane gas, especially from ruminants, are one of the greenhouse gases that have a negative impact on the environment. Methane gas is produced from the fermentation process of forage in the rumen. The purpose of this study was to study gas production, methane concentration and methane concentration on dry matter digestibility Elephant Grass (*Pennisetum purpureum*) with feed additives from Frass BSF *in vitro*. This research was conducted from 2021 June to August at the Animal Nutrition and Feeding Laboratory, Animal Husbandry Study Program, Faculty of Agriculture, Sriwijaya University, Jaken Agricultural Environmental Research Center (Balingtan), Central Java. This study used a Completely Randomized Design (CRD) with 3 treatments and 5 replications. The treatments consisted of P0 (Elephant Grass), P1 (Elephant Grass + 5% NPN Frass BSF) and P2 (Elephant Grass Silage + 5% NPN Frass BSF). The parameters observed were the concentration of gas production (mL), methane concentration (ppm) and methane concentration on dry matter digestibility (ppm/g BK) *in vitro*. The results showed that the gas production was significantly different ($P < 0.05$), the methane concentration was significantly different ($P < 0.05$), and the methane concentration of dry matter digestibility was significantly different ($P < 0.05$) *in vitro*. Based on the results of the study, it can be concluded that elephant grass with Frass BSF as a feed additive *in vitro* is able to reduce gas production, methane concentration and methane concentration on dry matter digestibility.

Keywords: Methane, Gas Production, Elephant Grass, Dry Matter Digestibility, Frass BSF, NPN, In Vitro.

RINGKASAN

FEBRYZAH ASTRI PRATIWI. Produksi Gas, Konsentrasi Metana dan Konsentrasi Metana per Kecernaan Bahan Kering (KBK) Rumput Gajah (*Pennisetum Purpureum*) Secara In Vitro (Dibimbing oleh **ARFAN ABRAR**).

Emisi gas metana khususnya dari ternak ruminansia yang merupakan salah satu gas rumah kaca berdampak buruk terhadap lingkungan. Gas metana dihasilkan dari proses fermentasi pakan hijauan dalam rumen. Tujuan penelitian ini untuk mempelajari produksi gas, konsentrasi metana dan konsentrasi metana per KBK Rumput Gajah (*Pennisetum purpureum*) dengan imbuhan pakan asal Frass BSF secara in vitro. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni sampai Agustus 2021 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 rancangan acak lengkap (RAL) dengan 3 perlakuan dan 5 ulangan. Perlakuan terdiri dari P0 (Rumput Gajah), P1 (Rumput Gajah + 5% NPN Frass BSF) dan P2 (Silase Rumput Gajah + 5% NPN Frass BSF). Parameter yang diamati adalah konsentrasi Produksi gas (mL), konsentrasi metana (ppm) dan konsentrasi metana per KBK (ppm/g BK) secara in vitro. Hasil penelitian menunjukkan bahwa produksi gas berbeda nyata ($P < 0,05$), konsentrasi metana berbeda nyata ($P < 0,05$), dan konsentrasi metana per KBK berbeda nyata ($P < 0,05$) secara in vitro. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa rumput gajah dengan imbuhan pakan Frass BSF secara in vitro mampu mengurangi produksi gas, konsentrasi metana dan konsentrasi metana per KBK.

Kata kunci : Metana, Produksi Gas, Rumput Gajah, Kecernaan Bahan Kering, Frass BSF, NPN, In Vitro.

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan pada tanggal 23 Februari 2001 di Palembang. Penulis merupakan anak ketiga dari lima bersaudara, dari pasangan Orangtua bernama Epi Hapizah, SE dan Susilawati.

Pendidikan yang ditempuh oleh penulis yaitu Sekolah Dasar Negeri 39 Palembang, diselesaikan pada tahun 2012, Sekolah Menengah Pertama Negeri 17 Palembang yang diselesaikan pada tahun 2015 dan Sekolah Menengah Atas Negeri 10 Palembang yang diselesaikan pada tahun 2018. Pada tahun 2018 penulis terdaftar sebagai mahasiswa di Universitas Sriwijaya Fakultas Pertanian Jurusan Teknologi dan Industri Peternakan melalui Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN).

Penulis aktif dalam organisasi Badan Eksekutif Mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya dan menjadi staff ahli di bidang Kreatifitas Mahasiswa. Penulis juga aktif di organisasi Ikatan Senat Mahasiswa Peternakan Indonesia sebagai Staff divisi Informasi dan Komunikasi. Selanjutnya penulis aktif di Himpunan Mahasiswa Peternakan Universitas Sriwijaya dan menjabat sebagai Bendahara Umum periode 2019-2020.

SKRIPSI

**PRODUKSI GAS, KONSENTRASI METANA DAN
KONSENTRASI METANA PER KBK RUMPUT GAJAH
(*Pennisetum purpureum*) DENGAN IMBUHAN PAKAN ASAL
FRASS BSF SECARA IN VITRO**

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



**Febryzah Astri Pratiwi
05041181823010**

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

LEMBAR PENGESAHAN

**PRODUKSI GAS, KONSENTRASI METANA DAN
KONSENTRASI METANA PER KBK RUMPUT GAJAH
(*Pennisetum Purpureum*) DENGAN IMBUHAN PAKAN FRASS
BSF SECARA *IN VITRO***

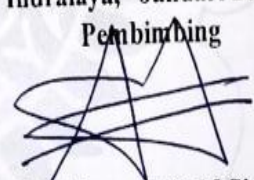
SKRIPSI

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

Oleh:

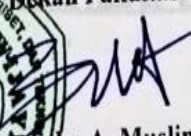
Febryzah Astri Pratiwi
05041181823010

Indralaya, Januari 2022
Pembimbing


Arfan Abrar, S.Pt., M.Si., PhD
NIP 197507112005011002

Mengetahui,
Dekan Fakultas Pertanian




Dr. A. Muslim, M. Ag.
NIP: 196412291990011001

Skripsi dengan judul “Produksi Gas, Konsentrasi Metana dan Konsentrasi Metana per KBK Rumput Gajah (*Pennisetum Purpureum*) Dengan Imbuan Pakan Asal Frass BSF Secara In Vitro ” oleh Febryzah Astri Pratiwi telah dipertahankan dihadapan Komisi Penguji skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada tanggal 12 Januari 2022 dan telah diperbaiki sesuai saran dan masukan dari tim penguji.

Komisi Penguji

1. Arfan Abrar, S.Pt., M.Si., Ph.D (.....)
NIP. 197507112005011002
2. Dr. Riswandi, S.Pt., M.Si (.....)
NIP. 196910312001121001



Ketua Jurusan
Teknologi dan Industri Peternakan

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

Indralaya, Januari 2022
Koordinator Program Studi
Peternakan

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

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Febryzah Astri Pratiwi

NIM : 05041181823010

Judul : Produksi Gas, Konsentrasi Metana dan Konsentrasi Metana per Kecernaan Bahan Kering (KBK) Rumput Gajah (*Pennisetum purpureum*) dengan imbuhan pakan Asal Frass BSF Secara *In Vitro*.

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa seluruh data dan informasi yang dimuat dalam skripsi merupakan hasil penelitian sendiri dibawah supervisi pembimbing, kecuali yang disebutkan dengan jelas sumbernya. Apabila di kemudian 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, Januari 2022



Febryzah Astri Pratiwi

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-nya yang diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan Penelitian ini dengan judul “Produksi Gas, Konsentrasi Metana, dan Konsentrasi Metana per KBK Rumput Gajah (*Pennisetum purpureum*) dengan imbuhan pakan asal Frass BSF secara *In Vitro*” sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Peternakan pada Program Studi Peternakan Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.

Ucapan Terima kasih yang tak terhingga penulis persembahkan kepada kedua orang tuaku yang tercinta yaitu Ayah Epi Hapizah, SE dan Ibu Susilawati serta seluruh anggota keluarga besar yang telah memberikan do’a, dorongan semangat, bantuan baik moril maupun materil dan dukungannya kepada penulis.

Penulis sangat berterimakasih kepada Bapak Arfan Abrar, S.Pt., M.Si., Ph.D sebagai Ketua Program Studi Peternakan serta selaku dosen pembimbing skripsi dan juga dosen pembimbing akademik atas kesabaran dan perhatiannya dalam memberikan arahan dan bimbingan kepada penulis sejak perencanaan, pengaturan dan penyusunan sampai selesainya skripsi ini dan telah membimbing saya baik dari pengetahuan maupun secara finansial. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Bapak Riswandi S.Pt., M.Si sebagai dosen penguji yang telah memberikan arahan dan masukan 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. Melalui kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih dan apresiasi yang sebesar-besarnya kepada Bapak Rektor Universitas Sriwijaya, Bapak Dekan Fakultas Pertanian, serta seluruh staff pengajar dan administrasi di Program Studi Peternakan Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.

Ucapan terimakasih juga penulis haturkan terkhusus pada team penelitian RuminoFrass Nia Anggraini dan Reza, serta Annisa Masnah, Heru dan Fadji yang selalu ada dan juga teman-teman seperjuangan peternakan angkatan 2018 yang selalu memberikan dukungan yang positif. Penulis menyadari dengan keterbatasan

kemampuan dan pengalaman yang dimiliki sehingga skripsi ini masih belum sempurna, untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari pembaca. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi pembaca.

Indralaya, Januari 2022

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Tujuan.....	2
1.3. Hipotesis.....	2
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1. Sistem Pencernaan Ruminansia.....	3
2.2. Budidaya Lalat BSF.....	4
2.3. Rumpun Gajah (<i>Pennisetum purpureum</i>).....	6
2.4. Non Protein Nitrogen (NPN).....	7
2.5. Produksi Gas Fermentasi Rumen.....	8
2.6. Uji Kecernaan <i>In Vitro</i>	9
BAB 3 PELAKSANAAN PENELITIAN.....	10
3.1. Waktu dan Tempat.....	10
3.2. Bahan dan Alat	10
3.3. Metode Penelitian.....	10
3.4. Cara Kerja	11
3.4.1. Preparasi Sampel.....	11
3.4.2. Uji Kecernaan <i>In Vitro</i>	12
3.4.3.3. Produksi Gas (mL).....	12
3.4.3.4. Konsentrasi Metana (ppm).....	13
3.4.3.5. Konsentrasi Metana per KBK (ppm/g BK).....	13
3.5. Peubah Yang Diamati.....	13
3.6. Analisa Data.....	14
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	15
4.1. Produksi Gas.....	15

4.2. Konsentrasi Metana.....	17
4.3. Konsentrasi Metana per KBK.....	18
BAB 5 PENUTUP.....	20
5.1. Kesimpulan.....	20
5.2. Saran.....	20
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1.1. Kandungan Frass Organik BSF.....	6
Tabel 1.2. Kandungan Nutrisi Rumput Gajah	7
Tabel 4.1. Rataan Produksi Gas	15
Tabel 4.2. Nilai Rataan Konsentrasi Metana (ppm)	17
Tabel 4.3. Rataan Nilai Konsentrasi CH ₄ per KBK	18

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Dokumentasi Hasil Penelitian.....	26
Lampiran 2. Perhitungan Produksi Gas.....	28
Lampiran 3. Perhitungan Konsentrasi Metana.....	29
Lampiran 4. Perhitungan Konsentrasi CH ₄ per KBK.....	30

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Produksi gas metana dari ternak ruminansia berkontribusi terhadap 95% dari total emisi metana yang dihasilkan oleh ternak dan manusia, dan sekitar 18% dari total gas rumah kaca di atmosfer (Kreuzer & Soliva, 2008). Gas metana adalah bahan bakar yang bisa dihasilkan dari proses anaerobic. Produksi gas dalam rumen dihasilkan dari proses pencernaan serat kasar. Gas dalam rumen dilepaskan ke udara bebas melalui proses eruktasi dan flatulensi. Kandungan gas yang terdapat dalam rumen adalah CH₄, N₂O dan CO₂. Komposisi gas terbesar jika serat kasar tinggi adalah gas metana (CH₄).

Metana merupakan salah satu gas rumah kaca (GRK) yang paling berkontribusi terhadap gejala pemanasan global (Kumar dan Nain 2010). Gas metana sangat berbahaya bagi lingkungan, namun penekanan produksi gas metana bukanlah solusi yang tepat. Selain terkait dengan komposisi pakan, produksi gas metana dari rumen berkaitan dengan produksi Short-Chain Fatty Acids (SCFA) / Volatile Fatty Acids (VFA) (Hegarty dan Nolan, 2007). Produksi gas metana sangat berkaitan dengan pencernaan karena metanogen archaea hidup berdampingan dengan protozoa, seperti yang dilaporkan Belanche *et al.* (2014) protozoa di dalam rumen menyediakan habitat yang sempurna untuk bakteri metanogen dapat tumbuh dengan baik yaitu oksigen tekanan rendah dan ketersediaan hidrogen yang tinggi.

Salah satu karakteristik pencernaan pada ruminansia yaitu adanya aktivitas mikroba dan proses fermentasi didalam rumen. Rumen retikulum merupakan tabung fermentasi yang besar dengan kapasitas yang bervariasi (Dehority dan Burk, 2003). Menurut Pitta *et al.* (2010) menyatakan bahwa komposisi dan jumlah bakteri dalam rumen tergantung pada jenis dan komposisi hijauan serta kandungan nutrisi pakan yang digunakan didalam ransum. Hewan ruminansia memiliki lambung majemuk (polygastric), sedangkan hewan non ruminansia hanya memiliki lambung tunggal (monogastric). Didalam rumen terjadi pencernaan fermentatif terhadap mikroba rumen, pada kondisi tersebut serat kasar

dapat dicerna oleh mikroba rumen menjadi energi. Sumber protein hewani memiliki kandungan protein biologis yang tersusun atas asam amino sehingga bisa langsung dimanfaatkan oleh tubuh ternak tanpa melalui proses fermentasi.

Pada penelitian ini, model sebagai biomassa selulosa yang digunakan adalah Rumput Gajah. Rumput Gajah (*Pennisetum purpureum*) merupakan hijauan yang dimanfaatkan sebagai pakan ternak. Rumput Gajah memiliki kualitas yang baik dan bersifat palatabilitas (disukai oleh ternak), namun daya cerna rumput gajah rendah. Rumput Gajah yang kaya akan energi dan nutrisi yang tinggi, terlihat pada kandungan nutrisi pakan yaitu Serat Kasar (SK) 33,1% dan Total Digestible Nutrient (TDN) untuk sapi 51% (Mannetje dan Jones, 2000). Hanya saja pakan berserat cenderung menghasilkan gas yang tinggi saat dicerna dalam rumen. Frass BSF diharapkan mampu meningkatkan kecernaan serat kasar sambil menekan Gas Rumah Kaca. Ransum dengan kandungan protein kasar tinggi sebaiknya memiliki gas rumah kaca yang rendah dan Frass BSF bahan yang dapat dikategorikan sebagai Non Protein Nitrogen (NPN).

1.2. Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari produksi gas dan metana rumput gajah dengan imbuhan pakan asal Frass BSF secara *in vitro*.

1.3. Hipotesis

Diduga pemberian imbuhan Frass BSF mampu menurunkan produksi gas dan konsentrasi metana secara *in vitro*.

DAFTAR PUSTAKA

- Abrar A., Tsukahara T., Konodo M., Ban-Tokuda T., Chao W., dan 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.
- Antonius. 2009. Pemanfaatan Jerami Padi Fermentasi sebagai Subtitusi Rumput Gajah dalam Ransum Sapi. *Jurnal Ilmu Ternak Veteriner* Vol. 14 No. 4 Th. 2009: 270-277.
- Arora, S. P. 1995. *Pencernaan Mikroba pada Ruminansia*. Edisi I. Gajah Mada Universitas Press, Yogyakarta.
- Azir Akhmad, Helmi Harris, dan Rangga Bayu Kusuma Haris, 2017 Produksi dan Kandungan Nutrisi Maggot (*Chrysomya megacephala*) Menggunakan Komposisi Media Kultur Berbeda. *Jurnal Ilmu-ilmu Perikanan dan Budidaya Perairan*. Volume 12. Nomor 1
- Belasco, J. C. 1954. New nitrogen coumpound for ruminant alaboratory evaluation. *Jurnal Anim. Sci.* 13 : 601-610.
- Belanche A., Fuente GDL. dan Newbold CJ. 2014. Study Of Metanogen Communities Associated With Different Rumen Protozoal Population. Intitute of biological. Aberystwyh University, Uk. *Journal Microbiol Ecol.* 90: 663-677.
- Boadi, D., Wittenberg, K.M. and McCaughey, W.P. 2002. Effect of grain supplementation on methane production of grazing steers using the sulphur hexafgluoride (SF6) tracer gas technique. *Can Journal Anim Sci.* 82: 151.
- Boucher, S. E., Calsamiglia, S., Parsons, C.M., Stein, H.H., Stern, M.D., Erickson, P.S., Utterback, P.L. and Schwab, C.G. 2009. Intestinal digestibility of amino acids in rumen undegraded protein estimated using a precision-fed cecectomized rooster bioassay: II. Distillers dried grains with solubles and fish meal. *Journal Dairy Sci.* 92: 6056-6067.
- Castillo, L. S., Roxas, D. B., Chavez, M. A., Momongan, V. G., And Ranjhan, S. K. 1982. The effects of a concentrate supplement and of chopping and soaking rice straw on its voluntary intake by carabaos. In *"The Utilization of Fibrous Agricultural Residues as Animal Feeds"*, :74-80, editor P. T. Doyle. School of Agriculture and Forestry, University of Melbourne, Parkville, Victoria.
- Cummings JH, Macfarlane GT, Englyst HN. 2001. Prebiotic Digestion and Fermentabilitation. *American Journal of Clinical Nutrition.* 73(2): 415S-20S.

- Charalampopoulos, D., Pandiella, S.S., and Webb, C., 2002. Growth studies of potentially probiotic lactic acid bacteria in cereal-based substrates. *Journal of Applied Microbiology*, 851-859.
- Church, D. C. 1991. Digestible Physiology and Ruminants. Vol 1. *Digestible Physiology 2nd Edition*. O and B Inc. Oregon.
- Church DC. 2002. Digestive Physiology and Nutrition of Ruminants. Departement of Animal Science Oregon State University. Corvallis Oregon 97331. USA.
- Chuzaemi S. 2012. Fisiologis Nutrisi Ruminansia. Universitas Brawijaya Press Malang.
- Dewi, K.H., 2002. “Hidrolisis Limbah Hasil Pertanian Secara Enzimatik”, Akta Agrosia, Vol 5 Hal. 67-71.
- Dung, D.V., Shang, W., dan Yao, W., 2014. Effect of Crude Protein Levels in Concentrate Levels in Diet On *in vitro* Fermentation. *Asian Australas Journal Animal Science*, 27 (6), 797-805.
- Eawag, 2017. Proses Pengolahan Sampah Organik dengan Black Soldier Fly (BSF). Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology
- Erwanto. 1995. *Optimalisasi Sistem Fermentasi Rumen melalui Suplementasi Sulfur, Defaunasi, Reduksi Emisi Metan dan Stimulasi Pertumbuhan Mikroba pada Ternak Ruminansia*. Disertasi. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor. 117 hlm
- Fauzi, R.U.A. & Sari, E.R.N. 2018. Analisis Usaha Budidaya Maggot sebagai Alternatif Pakan Lele. *Jurnal Teknologi dan Manajemen Agroindustri*. 7 (1): 39-46.
- Franson, M. 1992. Anatomi dan Fisiologi Ternak. Alih Bahasa: B. Srigandono dan K. Praseno. Gajah Mada University Press. Yogyakarta
- Ginting, S. P, 2005. *Sinkronisasi Degradasi Protein dan Energy Dalam Rumen Untuk Memaksimalkan Produksi Protein Mikroba*. *Wartazoa*. 15(1): 1-10.
- GmbH, Leanza Mediaproduktion. 2017. Proses Pengolahan Sampah Organik dengan Black Soldier Fly (BSF) Panduan langkah-langkah lengkap. Eawag – Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology; Department of Sanitation, Water and Solid Waste for Development (Sandec) : Switzerland.
- Gobbi P, Martinez-Sanchez A, Rojo S. 2013. The effects of larval diet on adult life-history traits of the Black Soldier Fly, *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae). *Eur Journal Entomol*. 110:461-468.

- 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. Makasar: Skripsi. Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin.
- Hakim, A. R., Prasetya, A. & Petrus, H. T. B. M. (2017) *Studi Laju Umpan Pada Proses Biokonversi Limbah Pengolahan Tuna Menggunakan Larva Hermetia illucens Feeding Rates Study on the Bioconversion of Tuna Processing Waste using Hermetia illucens Larvae*. Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada.
- Harlystiarini. 2017. Pemanfaatan Tepung Larva Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) sebagai Sumber Protein Pengganti Tepung Ikan pada Ransum Puyuh Petelur (*Cortunix cortunix japonica*). Ilmu Nutrisi dan Pakan : Institut Pertanian Bogor.
- Hegarty RS. dan Nolan JV. 2007. Estimation of ruminal methane production from measurement of volatile fatty acid production. In: H. P. S
- Hikmawan D, Muhtarudin E, Fathul F. 2019. Pengaruh substitusi rumput laut (*Eucheama 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.
- Hobson, PN.1988. *The Rumen Microbial Ecosystem Elsevier Applied Science*, London and New York
- Hungate, R. E., 1966. *The rumen and Its Microbes*. Academic Press, New York.
- Huntington GB, Harmon DL, Kristensen NB, Hanson KC, Spears JW. 2006. Effects of a slower release urea source on absorption of ammonia and endogenous production of urea by cattle. *Journal Anim. Feed Sci. Technol.*, 130:225–241.
- Jayanegara, A. 2008. Reducing methane emissions from livestock: nutritional approaches. Proceedings of Indonesian Students Scientific Meeting (ISSM), Institute for Science and Technology Studies (ISTECS) European Chapter, 13-15 May 2008, Delft, the Netherlands: 18-21.
- Jayanegara, A. & A. Sofyan. 2008. Penentuan aktifitas biologis tannin beberapa hijauan secara in vitro menggunakan ‘Hohenheim Gas Test’ dengan polietilen glikol sebagai determinan. *Med. Pet.* 31: 44-52.
- Khoiriyah M., Chuzaemi S., Sudarwati H. 2016. Effect of flour and papaya leaf extract (*Carica papaya L.*) addition to feed on gas productions, digestibility and energy values *In Vitro*. *Jurnal Ternak Tropika*. 17(2):74-85
- Kumar, P. and M. S. Nain, 2010. Global Warming and Agriculture Issues and Strategies. *Research Journal of Agricultural Sciences*. Vol. 1(3), 298-30.

- Kurniawati, A. 2007. Teknik produksi gas in-vitro untuk evaluasi pakan ternak: Volume produksi gas dan pencernaan bahan pakan. *Journal for the Applications of Isotopes and Radiation* Vol. 3(1)
- Kreuzer, M. & C.R. Soliva. 2008. Nutrition: key to methane mitigation in ruminants. *Proc. Soc. Nutr. Physiol.* 17: 168-171.
- Mara, F.P.O., K.A. Beauchemin, M. Kreuzer and T.A. Mc Allister. 2008. *Reduction of greenhouse gas emissions of ruminants through nutritional strategies*. Proc. Livestock and Global Climate Change. Hammamet, Tunisia, May 17–20th, 2008. Cambridge Univ. Press. pp. 40–43.
- Marhadi. 2009. Potensi Fermentasi Jerami Padi Sebagai Sumber Pakan Untuk Usaha Penggemukan Sapi Potong. *Nutrition Research Review.* 3: 277-303.
- Muchtadi, T dan F, Ayustaningwarno. 2010. *Teknologi Proses Pengolahan Pangan*. Alfabeta. Bandung. Hal 245.
- Myers HM, Tomberlin JK, Lambert BD, Kattes D. 2008. Development of Black Soldier Fly (Diptera: *Stratiomyidae*) larvae fed dairy manure. *Environ Entomol.* 37:11-15.
- Owens, F.N. dan A.L. Goetsch. 1988. Ruminant Fermentation. In D.C. Church Ed. *The Ruminant Animal Digestive Physiology and Nutrition*. A. Reston Book. Prentice Hall, Eaglewood Cliffs, New Jersey
- Parakkasi, A. 1999. *Ilmu Nutrisi dan Makanan Ternak Ruminansia*. Jakarta. Universitas Indonesia Press
- Pellikaana WF, WH Hendriksa, G Uwimanaa, LJGM Bongersa, PM Beckerc and JW Conea. 2011. A novel method to determine simultaneously methane production during in vitro gas production using fully automated equipment, *Animal Feed Science and Technology* 168 (2011) 196- 205.
- Philippe FX dan Nicks B. 2014. Review on greenhouse gas emissions from pig houses : Production of carbon dioxide, methane and nitrous oxide by animals and manure. *Agri, Eco and Env* 199 10-25.
- Prihartini, I., S, Chuzaemi. dan O, Sofjan., 2007. Parameter fermentasi rumen dan produksi gas in vitro jerami padi hasil fermentasi inokulum lignochloritik Tlid dan Bopr. *Proc. Seminar Nasional Peternakan dan Perikanan*: Malang.
- Rahmadi, 2003. Parameter metabolisme rumen in vitro limbah kubis terinsilase pada lama pemeraman berbeda. Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro. Semarang.

- Ramdani D, Marjuki, 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.
- Sembiring, P. 2006. Biokonversi Limbah Pabrik Minyak Inti sawit dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan Lemak Yang terhadap Performans Ayam Broiler. Disertasi. Program Pascasarjana Universitas Padjadjaran, Bandung.
- Suningsih. 2017. Level Larutan McDougall dan Asal Cairan Rumen pada Teknik *In Vitro*. *Jurnal Sains Peternakan Indonesia* Vol. 12 No. 3

- T. Karyono dan R. Novita. 2021. Fermentasi Limbah Kulit Kopi (*Coffea Sp*) dengan Mol Bonggol Pisang Air Kelapa Sebagai Pakan Ternak Ruminansia. *Jurnal Peternakan Indonesia*. Vol 23 (3): 276-283
- Tomberlin JK, Sheppard DC. 2002. Factors influencing mating and oviposition of Black Soldier Flies (*Diptera: Stratiomyidae*) in a colony. *J Entomology Sci.* 37:345-352.
- Van Soest, P. 2006. Rice Straw, the Role of Silica and Treatments to Improve Quality. *Animal Feed Science and Technology*, 130 (1- 4):137-171.
- Wahyono, F., Wijayanti, E. dan Surono., 2012. Kecernaan nutrisi dan fermentabilitas pakan komplit dengan level ampas tebu yang berbeda secara *in vitro*. *Animal Agriculture*. 1(1): 167–179.
- Wahyono T., Sasongko WT., Sholihah M., Pikol MR. 2017. Pengaruh penambahan tanin daun nangka (*Artocarpus heterophyllus*) terhadap nilai biologis daun kelor (*Moringa oleifera*) dan jerami kacang hijau (*Vigna radiata*) secara *In Vitro*. *Buletin Peternakan*. 41(1):15-25.
- Wardhana, April Hari. 2016. Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) sebagai Sumber Protein Alternatif untuk Pakan Ternak. *Wartazoa* Vol. 26 No. 2 Th. 2016. 9 Juni 2016. Bogor.
- Widiawati Y.M., Winugroho M., dan Mahyudin. 2010. Estimasi Produksi gas metana dari rumput dan tanaman legumena yang diukur secara *In vitro*, Seminar nasional teknologi peternakan dan Veteriner, Balai Penelitian Ternak, Bogor
- Winarno dan Fardiaz. 1990. *Pengantar Teknologi Pangan*. Gramedia. Jakarta.
- Zakariah MA., Utomo R, dan Bachruddin Z. 2016. Pengaruh inokulasi *Lactobacillus plantarum* dan *Saccharomyces cerevisiae* terhadap fermentasi dan pencernaan *In Vitro* silase kulit buah kakao. *Buletin Peternakan*. 40(2):124-132.