

SKRIPSI

PRODUKSI GAS, KONSENTRASI GAS METANA DAN KONSENTRASI ASETAT:PROPIONAT:BUTIRAT PELET *Indigofera zollingeriana* SECARA IN VITRO

**GAS PRODUCTION, METHANE CONCENTRATION AND
ACETATE:PROPIONATE:BUTYRATE CONCENTRATION OF
PELLET *Indigofera zollingeriana* IN VITRO**



**Nurmelianti
05041381520035**

**PROGRAM STUDI PETERNAKAN
JURUSAN TEKNOLOGI DAN INDUSTRI PETERNAKAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2019**

LEMBAR PENGESAHAN

PRODUKSI GAS, KONSENTRASI GAS METANA DAN KONSENTRASI ASETAT: PROPIONAT: BUTIRAT PELET *Indigofera zollingeriana* SECARA *IN VITRO*

SKRIPSI

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

Oleh:

Nurmelianti
05041381520035

Indralaya, April 2019
Pembimbing II

Pembimbing I

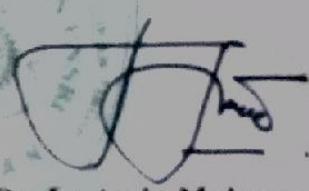

Arfan Abrar, S.Pt., M.Si.,Ph.D
NIP 197507112005011002


Dr. Ir. Armina Fariani, M.Sc
NIP 196210121986032002

Mengetahui,

Dekan Fakultas Pertanian




Prof. Dr. Ir. Andy Mulyana, M.Sc,
NIP 196012021986031003

Skripsi dengan Judul "Produksi Gas, Konsentrasi Gas Metana Dan Konsentrasi Asetat Propionat: Butirat Pelet *Indigofera zollingeriana* Secara *In Vitro*" oleh Nurmelianti telah dipertahankan di hadapan Komisi Penguji Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada tanggal April 2019 dan telah diperbaiki sesuai saran dan masukan tim penguji.

Komisi Penguji

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

Ketua

(.....)

2. Dr. Ir Armina Fariani, M.Sc
NIP 196210121986032002

Sekretaris

(.....)

3. Gatot Muslim, S.Pt., M.Si
NIP 197801042008011007

Anggota

(.....)

4. Dr. Meisji Liana Sari, S.P., M.Si
NIP 197005271997032001

Anggota

(.....)

Ketua Jurusan
Teknologi dan Industri Peternakan

Indralaya, April 2019
Koordinator Program Studi
Peternakan



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

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

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Nurmelianti
NIM : 05041381520035
Judul : Produksi Gas, Konsentrasi Gas Metana Dan Konsentrasi Asetat:
Propionat: Butirat Pelet *Indigofera zollingeriana* Secara *In Vitro*

Menyatakan bahwa seluruh data dan informasi yang dimuat dalam skripsi ini , kecuali yang disebutkan dengan jelas sumbernya adalah hasil penelitian sendiri dibawah supervise pembimbing. 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, April 2019




Nurmelianti

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul, " Produksi Gas, Konsentrasi Gas Metana Dan Konsentrasi Asetat: Propionat: Butirat Pelet *Indigofera zollingeriana* 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 sangat berterima kasih kepada Bapak Arfan Abrar, S.Pt., M.Si., Ph.D sebagai Pembimbing skripsi I sekaligus sebagai Ketua Jurusan dan Ibu Dr. Ir. Armina Fariani, M.Sc sebagai Pembimbing II atas kesabaran serta bantuan dalam memberikan arahan dan bimbingan kepada penulis sejak perencanaan, pelaksanaan dan analisa hasil penelitian sampai penyusunan dan penulisannya ke dalam bentuk skripsi ini. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Bapak Gatot Muslim, S.Pt., M.Si, Ibu Dr. Meisji Liana Sari, S.P., M.Si sebagai dosen penguji yang telah memberikan arahan dan masukkan dalam menyelesaikan skripsi. Ucapan terima kasih penulis ucapkan kepada Ibu Neny Afridayanti, S.Pt sebagai analis laboratorium Nutrisi Makanan Ternak Jurusan Teknologi dan Industri Peternakan 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 Nurhadi dan Ibunda Lilianti, Adiku Nuraini, serta seluruh anggota keluarga lainnya yang telah memberikan do'a, dorongan semangat, bantuan baik moril maupun materil dan dukungannya kepada penulis. Terima kasih untuk Yonash Philetas Immanuel yang telah menemani penulis dalam keadaan apapun dan selalu menjadi semangat dan motivasi kepada penulis hingga terselesaiinya tugas akhir penulis. Terima kasih tak lupa penulis sampaikan terkhusus sahabat-sahabat tercinta Gusty Trianti, Chery Yolanda, Ourpage4us yang selalu ada dalam suka maupun duka dan selalu bersama-sama dalam menyelesaikan tugas akhir. Terima kasih untuk tim

penelitian Sari Yanti Khadijah, Rosari Lubis, Yogi Pangestu, Via Okta, Willy Rochel atas kerjasama dan bantuan serta dukungan selama penelitian.

Terima kasih untuk seluruh teman seperjuangan Peternakan Angkatan 2015 yang selalu bersama selama ini. Penulis menyadari dengan keterbatasan kemampuan dan pengalaman yang dimiliki sehingga skripsi jauh dari sempurna, namun, penulis telah berusaha mengikuti segala ketentuan demi kesempurnaan skripsi ini. Akhir kata penulis ucapkan terima kasih semoga skripsi ini dapat memberikan sumbangsih pemikiran dan bermanfaat bagi kita semua, khususnya dibidang Peternakan.

Indralaya, April 2019



Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Tujuan.....	3
1.3. Hipotesa.....	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Legum <i>Indigofera zollingeriana</i>	4
2.2. Kualitas <i>Indigofera zollingeriana</i>	5
2.3. Uji In Vitro	6
2.3.1. Produksi Gas.....	7
2.3.2. Konsentrasi Gas Metana.....	7
2.3.3. SCFA (Short Fatty Acids).....	9
2.3.3.1. Asam Asetat.....	9
2.3.3.2. Asam Propionat.....	9
2.3.3.3. Asam Butirat.....	10
BAB 3. PELAKSANAAN PENELITIAN.....	11
3.1. Tempat dan Waktu.....	11
3.2. Bahan dan Metode	11
3.2.1. Alat dan bahan.....	11
3.2.2. Metode Penelitian	11
3.3. Cara Kerja.....	12
3.3.1. Pembuatan Sampel.....	12
3.3.2. Pembuatan Larutan <i>Mc. Dougall</i> (saliva buatan).....	12
3.3.3. Uji Kecernaan <i>In vitro</i>	12
3.3.3.1. Produksi Gas.....	14
3.3.3.2. Konsentrasi Gas Metana.....	14

3.4. Peubah yang Diamati.....	14
3.5. Analisa Data.....	14
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	15
4.1. Produksi Gas.....	15
4.2. Konsentrasi Gas Metana.....	16
4.3. Konsentrasi Asetat: Propionat: Butirat.....	19
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	23
5.1. Kesimpulan.....	23
5.2. Saran.....	23
DAFTAR PUSTAKA	24
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1. Kandungan Komposisi Nutrisi Konsentrat dan <i>Indigofera</i> ...	12
Tabel. 4.1. Nilai Rataan Produksi Gas.....	15
Tabel. 4.2. Nilai Rataan Konsentrasi Gas Metana.....	17
Tabel. 4.3. Nilai Rataan SCFA Parsial.....	20

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Laju Produksi Gas.....	30
Lampiran 2. Konsentrasi Gas Metana.....	31
Lampiran 3. Asam Asetat.....	32
Lampiran 4. Asam Propionat.....	33
Lampiran 5. Asam Butirat.....	34
Lampiran 6. Dokumentasi Hasil Penelitian.....	35

**PRODUKSI GAS, KONSENTRASI GAS METANA DAN KONSENTRASI
ASETAT:PROPIONAT:BUTIRAT PELET *Indigofera zollingeriana*
SECARA *IN VITRO***

**GAS PRODUCTION, METHANE CONCENTRATION AND
ACETATE:PROPIONATE:BUTYRATE CONCENTRATION OF PELLET
Indigofera zollingeriana IN VITRO**

Nurmelianti¹, Abrar A² dan Fariani A³

Jurusan Teknologi dan Industri Peternakan

Program Studi Peternakan

Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya Inderalaya 30662

Telp (0711) 581106

Abstract

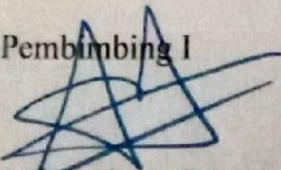
Indigofera zollingeriana is a tropical tree legume plant and has good nutrient content for ruminants. Forage supply is constrained by difficult characteristics in terms of distributors and storage because *Indigofera zollingeriana* plants as forage feed have bulky and perishable properties so feed processing technology is needed to be more efficient and durable. One of the forage feed processing techniques is formed pellets. The aim of this research was to study the effect of giving *Indigofera zollingeriana* pellets to gas production, methane gas concentration and acetate concentration: propionate: butyrate *in vitro*. This research was conducted in October 2018 at the Animal Nutrition and Food Laboratory, Department of Animal Husbandry and Technology, Animal Husbandry Study Program, Faculty of Agriculture, Sriwijaya University. The study was conducted *in vitro* using the experimental method and the data were analyzed by T test with 2 treatments and 5 replications: P0 (100% Concentrated pellets) P1 (*Indigofera zollingeriana* 70% + 29% bran + 1% premix). The variables observed were gas production, the concentration of methane gas and acetate concentration: propionate: butyrate *in vitro*. The results showed that significantly different ($P < 0.05$) to the rate of gas production, the concentration of methane gas and the concentration of acetate: propionate: butyrate. The highest value in gas production was found in treatment P1 which is 99.0 mL / hour, the highest value of concentration of methane gas was found in treatment P1 which is 85840.6 ppm, and the value of acetate concentration: propionate: butyrate was highest in treatment P1, 144.66 in acetate.

Keywords: *In vitro*, Gas Production, Methane Gas Concentration, Concentration of Acetate: Propionate: Butyrate, *Indigofera zollingeriana*.

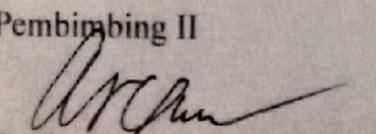
Abstrak

Indigofera zollingeriana adalah tanaman leguminosa pohon tropis dan memiliki kandungan nutrisi yang baik untuk ternak ruminansia. Penyediaan hijauan pakan terkendala dengan sifat yang menyulitkan dalam hal distributor dan penyimpanan karena tanaman *Indigofera zollingeriana* sebagai pakan hijauan memiliki sifat *bulky* dan mudah rusak sehingga dibutuhkan teknologi pengolahan pakan agar lebih efisien dan tahan lama. Salah satu teknik pengolahan pakan hijauan adalah dibentuk pelet. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh pemberian pelet *Indigofera zollingeriana* terhadap produksi gas, konsentrasi gas metana dan konsentrasi asetat: propionat: butirat secara *in vitro*. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober 2018 di Laboratorium Nutrisi dan Makanan Ternak, Jurusan Teknologi dan Industri Peternakan, Program Studi Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya. Penelitian dilakukan secara *in vitro* dengan menggunakan metode eksperimental dan data dianalisis dengan Uji T dengan 2 perlakuan dan 5 ulangan: P0 (Pelet Konsentrat 100 %) P1 (*Indigofera zollingeriana* 70% + bekatul 29% + premix 1%). Peubah yang diamati adalah produksi gas, konsentrasi gas metana dan konsentrasi asetat: propionat: butirat secara *in vitro*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa berbeda nyata ($P<0,05$) terhadap laju produksi gas, konsentrasi gas metana, konsentrasi asetat: propionat: butirat. Nilai tertinggi pada produksi gas terdapat pada perlakuan P1 yaitu 99.0 mL/jam, nilai tertinggi konsentrasi gas metana terdapat pada perlakuan P1 yaitu 85840.6 ppm, dan nilai konsentrasi asetat: propionat: butirat tertinggi terdapat pada perlakuan P1 yaitu 144.66 pada asetat.

Kata Kunci: *In vitro*, Produksi Gas, Konsentrasi Gas Metana, Konsentrasi Asetat: Propionat: Butirat, *Indigofera zollingeriana*.

Pembimbing I


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

Pembimbing II


Dr. Ir. Armina Farani, M.Sc
NIP 196210121986032002

Indralaya, April 2019

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknologi dan
Industri Peternakan


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

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pakan merupakan salah satu faktor sangat penting yang dapat meningkatkan produktivitas ternak (Heryanto *et.al.*, 2016; Imran *et.al.*, 2012). Peningkatan produktivitas sapi potong dipengaruhi dengan pemberian pakan, karena pakan mempunyai pengaruh yang paling besar (60%). Besarnya pengaruh pakan ini membuktikan bahwa produksi ternak yang tinggi tidak bisa tercapai tanpa pemberian pakan yang memenuhi persyaratan kualitas dan kuantitas (Supratman dan Iwan, 2001). Pakan yang diberikan untuk sapi potong dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu pakan hijauan dan pakan konsentrat (Erlangga, 2013). Saragih (2003) menyatakan bahwa konsentrat adalah pakan yang kaya akan sumber protein atau sumber energi, dan dapat mengandung pelengkap pakan dan imbuhan pakan. Kandungan protein konsentrat umumnya berkisar antara 12–13% dengan kandungan energi 2400 kkal per kg bahan (Winugroho, 2004).

Di Indonesia, bahan pakan yang dijadikan sebagai sumber energi adalah onggok, dedak padi dan jagung, namun vitamin dan mineral dijadikan pakan tambahan pada konsentrat. Sumber protein dapat berasal dari bungkil kedelai atau tepung ikan yang harganya cukup mahal dengan suplai yang terbatas di pasaran. Sementara tanaman legum pohon dan legum herba yang potensial digunakan sebagai pakan ternak karena mengandung protein tidak mendapat perhatian peternak (Budiarsana *et al.*, 2013).

Indigofera zollingeriana adalah tanaman leguminosa pohon tropis dan dilaporkan memiliki kandungan nutrisi yang baik untuk ternak ruminansia. Kandungan protein kasar beberapa spesies *Indigofera zollingeriana* dilaporkan tergolong tinggi berkisar antara 22-29%, sedangkan kandungan serat (NDF) tergolong rendah yaitu antara 22-46% (Hassen *et al.*, 2007). Hasil penelitian Hassen *et al.* (2007) menunjukkan bahwa kecernaan *in vitro* BO (bahan organik) beberapa spesies *Indigofera zollingeriana* berkisar antara 60-71%. Namun demikian, kandungan nutrisi saja pada dasarnya bukanlah merupakan indikator yang memadai untuk menjelaskan secara utuh kualitas nutrisi suatu bahan pakan.

Hal ini disebabkan oleh karena ketersediaan nutrisi dari bahan tersebut berfluktuasi dan merupakan fungsi dari berbagai faktor antara lain palatabilitas, konsumsi serta efisiensi eskstraksi nutrien selama proses pencernaan dalam tubuh ternak (Sanon *et al.*, 2008).

Penyediaan hijauan pakan terkendala dengan sifat yang menyulitkan dalam hal distributor dan penyimpanan karena tanaman *Indigofera zollingeriana* sebagai pakan hijauan memiliki sifat *bulky* dan mudah rusak sehingga dibutuhkan teknologi pengolahan pakan agar lebih efisien dan tahan lama. Salah satu teknik pengolahan pakan hijauan adalah dibentuk pelet.

Solanas (2005), Svihu (2011), dan Zimonja (2011) melaporkan pengolahan pakan seperti peleting dapat meningkatkan kualitas dan karakteristik nutrisi dari bahan pakan melalui peningkatan ketersediaan pati dengan gelatinisasi. Pada penelitian ini untuk memenuhi kandungan nutrisi yang lebih lengkap tepung daun *Indigofera zollingeriana* 70% dikombinasikan dengan bekatul 29% dan premix 1%. Kemudian akan dilihat indikator kecernaan pada produksi gas, konsentrasi gas metana dan konsentrasi asetat: propionat: butirat secara *in vitro*.

Kecernaan pakan merupakan salah satu indikator untuk menentukan nilai kualitas pakan dan dapat diukur melalui, SCFA, VFA dan produksi gas. Nilai kecernaan sangat penting dalam hubungannya dengan banyaknya zat-zat makanan yang diserap dan dimanfaatkan oleh ternak. SCFA dapat dibentuk dari fermentasi karbohidrat, lemak protein oleh bakteri usus besar. Sebagaimana yang dikemukakan oleh Cummings *et.al.*, (2001) didalam usus karbohidrat difermentasi oleh bakteri asam laktat menjadi asam lemak rantai pendek (SCFA) terutama asam laktat, asam asetat, propionat, butirat serta sejumlah metabolit lainnya seperti gas CO₂, H₂S, CH₄. Akan tetapi protein memberikan kontribusi yang rendah dalam pembentukan SCFA. Produk berupa asam asetat yang dihasilkan oleh bakteri asam akan langsung bereaksi dengan enzim yang akan dihasilkan oleh bakteri metanogen yang akan menghasilkan CH₄ dan CO₂.

Wina dan Abdurohman (2005) menyatakan ternak ruminansia mempunyai saluran pencernaan yang sangat kompleks sehingga dalam memenuhi kebutuhan proteininya memerlukan strategi khusus. Pemberian pakan secara konvensional tidak efisien dan cenderung boros karena sebagian besar pakan sumber protein

(sekitar 60%) terdegradasi menjadi amonia di dalam rumen. Mikroba rumen dapat mengkonversi protein kualitas rendah menjadi protein berkualitas tinggi, tetapi dapat pula merombak protein pakan berkualitas tinggi menjadi amonia (Van Soest, 1994), dan menyebabkan hilangnya energi selama proses fermentasi berupa gas (CO_2 dan CH_4) sehingga akan menurunkan nilai biologis protein pakan yang berkualitas tinggi (Cheeke, 2005). 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). Berdasarkan hal tersebut maka pengembangan strategi pemberian pakan yang dapat mereduksi emisi metana ternak ruminansia akan bermanfaat baik jangka panjang dalam mengurangi laju akumulasi gas rumah kaca, maupun jangka pendek dalam mengurangi kehilangan energi pada ternak. Umumnya pakan yang memiliki karakter rendah emisi gas metana berupa konsentrat oleh karena itu maka dilakukan penelitian untuk mempelajari pengaruh pelet *Indigofera zollingeriana* terhadap produksi gas, konsentrasi gas metana, dan konsentrasi asetat, propionat, butirat secara *in vitro*.

1.2. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mempelajari pengaruh pemberian pelet *Indigofera zollingeriana* terhadap produksi gas, konsentrasi gas metana, dan konsentrasi rasio asetat, propionat dan butirat secara *in vitro*.

1.3. Hipotesis

Diduga pemberian pelet *Indigofera zollingeriana* yang berbeda diduga akan memiliki pengaruh terhadap produksi gas, konsentrasi gas metana, dan konsentrasi asetat, propionat, dan butirat 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 bran and fumarate alone or in combination on In Vitro rumen fermentation, methanogenesis and methanogens. *Journal Animal Science*. (86): 849-85.
- Akbarillah, T., Kaharudin, D., Kususiyah. 2002. *Kajian tepung daun Indigofera sebagai suplemen pakan terhadap produksi*. Bengkulu: Lembaga Penelitian, Universitas Bengkulu.
- Boadi, D., Wittenberg, K.M. and McCaughey, W.P. 2002. Effect of grain supplementation on methane production of grazing steers using the sulphur hexafluoride (SF₆) tracer gas technique. *Can J. Anim Sci.* 82: 151.
- Bahrin, D., Destilia., A. dan Pertiwi, M.B. 2011. *Pengaruh jenis sampah, komposisi masukan dan waktu tinggal terhadap komposisi biogas dari sampah organic pasar di kota Palembang*. Prosiding Seminar Nasional AVoER ke3. Fakultas Teknik Univesitas Sriwijaya.
- Budiarsana, I G.M., Handiwirawan, E. dan Diwyanto, K. 2013. Pemberdayaan Peternak Melalui Kerjasama Usaha Penggemukkan Sapi Bali Berbasis Sumberdaya lokal di Kupang NTT. Model pengembangan Sistem Integrasi Tanaman-Sapi Berbasis Inovasi. IAARD Press. *Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian* 2013. Halaman. :225-250.
- 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 cecrectomized rooster bioassay: II. *Distillers dried grains with solubles and fish meal*. *J. Dairy Sci.* 92: 6056-6067.
- Cummings JH, Macfarlane GT, Englyst HN. 2001. Prebiotic Digestion and Fermentabilization. *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 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.

- Dubey, S.K. (2005), Microbial ecology of methane emission in rice agroecosystem, *Applied Ecology and Environmental Research*, 3(2), 1-27.
- Erlangga, E. 2013. *Meningkatkan Bobot Sapi Potong dengan Pakan Racikan Sendiri*. Pustaka Argo Mandiri.Pamulang.
- Fiesinger, T., Roloson, B.D., Scoot, N.R., Bothi, K., Sakkonen, K. and Zicari, S. 2006. *Biogas Processing*. New York State Electric and Gas Corporation Cornell University Ithaca, New York.
- France J., and Djikstra, J. 2005. *Volatile fatty acid production. Quantitative Aspects of Ruminant Digestion and Metabolism*.
- Djikstra J, Forbes JM, France J, editors CABI. Wallingford, United Kingdom : 157-176.
- Givens. D.I., Owen, E., Oxford, R.F.E., & Omed, H.M. (2000). *Forage evaluation in ruminant nutrition*. CABI Publishing Wallingford U.K
- Hamer HM, Jonkers D, Venema K, Vanhoutvin S, Troost FJ & Brummer RJ (2008). Review article: the role of butyrate on colonic function. *Aliment Pharmacol Ther* 27, 104–119.
- Haryanto, B., & Thalib, A. (2009). Emisi metana dari fermentasi enterik: kontribusinya secara nasional dan faktor-faktor yang mempengaruhinya pada ternak. *Wartazoa*, vol. 19, 157-165.
- Hassen A, Rethman NFG, Apostolides Z. 2006. Morphological and agronomic characterization of *Indigofera* species using multivariate analysis. *Trop Grassl*. 40:45-59.
- Hassen, A., Rethman, N.F.G., Van Niekerk, W.A. and Tjelele, T.J. 2007. Influence of season/year and species on chemical composition and *in vitro* digestibility of five *Indigofera* accessions. *Anim. Feed Sci. Technol.* 136: 312–322.
- Herdiawan I. 2013. Pertumbuhan tanaman pakan ternak leguminosa pohon *Indigofera zollingeriana* pada berbagai taraf perlakuan cekaman kekeringan. *JITV*. 18:258-264.
- Heryanto K., Maaruf, S.S., Malalantang., Waani M.R. 2016. *Pengaruh Pemberian Rumput Raja (Pennisetum Purpupoides) dan Tebon Jagung terhadap Performans Sapi Peranakan Ongole (Po) Betina*. Jurnal Zootek Vol. 36 No.1:123-130.

- Hess, H. D., Kreuzer, M., Diaz, T.E., Lascano, C.E., Carulla J.E & Soliva, C.R. 2003. Saponin rich tropical methanogenesis in faunated and fruits affect fermentation and defaunated fluid. *J. Anim Feed Sci Technol* 109:79–94.
- Imanda, S., Effendi, Y. Sihono dan Sugoro, I. 2016. Evaluasi *in vitro* silase sinambung sorgum varietas samurai 2 yang mengandung probiotik BIOS K2 dalam cairan rumen kerbau. *J. Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi* 12(1): 1 – 12.
- Imran , Budhi, S.P.S., Ngadiyono, N., Dahlanuddin. 2012. *Pertumbuhan Pedet Sapi Bali Lepas Sapih yang Diberi Rumput Lapang dan Disuplementasi Daun Turi (Sesbania grandiflora)*. Agrinimal J Ilmu Ternak dan Tanaman. Vol 2 No 2:55-60.
- 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.
- Kabi F, Bareeba FB. 2008. Herbage biomass production and nutritive value of mulberry (*Morus alba*) and *Calliandra calothrysus* harvested at different cutting frequencies. *Anim Feed Sci Technol.* 140:178-190.
- Kalia, V.C., 2007. *Applied Microbiology : Microbial Treatment of Domestic and Industrial Wastes for Bioenergy Production*. Microbial Biotechnology and Genomics, Institute of Genomics and Integrative Biology.
- Kreuzer, M dan Solivs, CR. 2008. Nutrition: key to methane mitigation in ruminants. *Proc. Soc Nutr. Physiol.* 17: 168-171.
- Krishna, Hudhia, N. 2013. *Produksi Gas Metana Dan Pola Fermentasi Rumen Domba Local yang Diberi Pakan Komplit Mengandung Indigofera Sp. Dan Limbah Tauge Menggunakan RUSITEC*. Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Liu, Jx., Susenbeth, S., Sudekum, K. H. 2002. *In vitro* gas production measurements to evaluate interactions between untreated and chemically treated rice straws, grass hay, and mulberry leaves. *J Anim Sci* 2002, 80:517-524.
- Mardalena. 2015. Evaluasi serbuk kulit nenas sebagai sumber antioksidan dalam ransum kambing perah Peranakan Etawah secara *in vitro*. *J. Ilmu-ilmu Peternakan* 18(1): 14-21.
- McAllister, TA dan Newbold, CJ. 2008. Redirecting rumen fermentation to reduce methanogenesis. *Australia Journal Experiment Agriculture*. 48:7-13.

- Mc.Donald P., Edwards RA dan Greenhalgh, J.F.D. 2002. *Animal Nutrition*. 6th Edition. Logman, London and New York.
- Mc.Donald, P., Edwards, R.A., and Greenhalgh., J.F.D. 2011. Animal Nutrition, 4th Ed. Longman London and New York.
- Moss AR., Jouany JP. dan Newbold J. 2001. Methane production by ruminants: its contribution to global warming. *Annales de Zootechnie* 49: 231-253.
- Nijaguna, B. 2002. *Biogas Technology; New Age International (P) Ltd*; New Delhi. India.
- Orskov, E. R. 1982. Protein Nutrition in Ruminants. First Published. Academic Press Limited. London.
- Orskov ER . 2002. *Trails and Trials In Livestock Research*. Andi Offset, Yogyakarta.
- Padang, Y. A., Nurchayati dan Suhandi. 2011. Meningkatkan kualitas biogas dengan penambahan gula. *Jurnal Teknik Rekayasa* 12 (1) : 53-61.
- Pamungkas D., Anggraeni YN. Kusmartono dan Krisna NH. 2008. Produksi asam lemak terbang dan ammonia rumen sapi Bali padaimbangan daun lamtoro (L.Leucocephala) dan pakan lengkap yang berbeda. Seminar nasional teknologi peternakan dan veteriner.
- Pertiwi, S. S., Bata, M. dan Rustomo, B. 2013. Pengaruh pemberian ekstrak daun waru (*Hibiscus tiliaceus*) sebagai pakan tambahan dalam ransum sapi potong lokal terhadap produksi gas total dan propionate secara *in vitro*. *J. Ilmiah Peternakan* 1(1): 62-68.
- Rofiq, M. N. 2014. Estimasi emisi gas metana dari fermentasi enterik ruminansia di Indonesia. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, vol. 15, 71-76.
- Sanon, H.O., Zoungrana, C.K. and Ledin, I. 2008. Nutritive value and voluntary intake by goats of three browse fodder species in Sahelian zone of West Africa. *Anim. Feed Sci. Technol.* 44: 97-110.
- Saragih, B. 2003. Form dokumentasi keputusan menteri pertanian tentang pendaftaran dan labelisasi pakan nomor : 242/Kpts/OT.210/4/2003. Basis Data Dokumen. <http://www.google.com>. [11 April 2019].
- Schrire BD, Lavin M, Barker NP, Forest F. 2009. *Phylogeny of the tribe indigofera (leguminosae-papil-ionoidae): Geographically structured more in succulent-rich and temperate settings than in grass-rich environments*. *Am J Bot.* 96:816-852.

- Sirait J, Simanihuruk K, Hutasoit R. 2009. The potency of *Indigofera* sp. as goat feed: production, nutritive value and palatability. In: Proceeding of International Seminar on Forage Based Feed Resources. Bandung, 3-7 Agustus 2009. Taipei (Taiwan): Food and Fertilizer Technology Centre (FFTC) ASPAC, Livestock Research Centre-COA, ROC and IRIAP. p. 4-7.
- Sukmawati, NMS. 2011. *Produktivitas dan emisi metan pada kambing perah peranakan etawah yang disuplementasi kaliandradan complete rumen modifier* (CRM) [Tesis]. Bogor (ID) : Institute Pertanian Bogor.
- Supratman dan Iwan. 2001. *Manajemen Pakan Sapi Potong. Pelatihan Wirabisnis Feedlot Sapi Potong*. Fakultas Peternakan ,UNPAD. Bandung.
- Susanti, S., Chuzaemi, S dan Soebarinoto. 2001. Pengaruh pemberian konsentrat yang mengandung bungkil kedelai, biji kapuk terhadap kecernaan ransum, produk fermentasi dan jumlah protozoa rumen sapi perah Peranakan Friesian Holstein jantan. Thesis. Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya, Malang.
- Suwandyastuti, S. N. O. 2013. Produk metabolisme rumen pada sapi Peranakan Ongole fase tumbuh. Agripet Vol 13, No. 1, April 2013.
- Takahashi, J. 2006. Greenhouse gases emission and sustainable development of animal agriculture. <http://ir.obihiro.ac.jp/dspace/bitstream.pdf> [8 Februari 2019]
- Tarigan A. 2009. Productivity and utilization of *Indigofera* sp. as goat's feed obtained from different interval and intensity of cutting. [Thesis]. [Bogor (Indonesia)]: Bogor Agricultural University.
- Thalib, A. 2004. *Uji Efektivitas Saponin Buah Sapindus rarak sebagai Inhibitor Metanogenesis Secara in Vitro pada Sistem Pencernaan Rumen*. Balai Penelitian Ternak. Bogor. JITV Vol. 9. No. 3. Th. 2004.
- Thalib, A., & Widayati, Y. 2008. Peningkatan produksi dan kualitas susu dengan emisi gas metan yang rendah melalui pemberian RMK sebagai imbuhan pada ransum sapi perah. *Semiloka Nasional Prospek Industri Sapi Perah Menuju Perdagangan Bebas-2020* (hal. 82-87). Jakarta: Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan.
- Thalib A, Widiawati Y, Haryanto B. 2010. Penggunaan *complete rumen modifier* (crm) pada ternak domba yang diberi hijauan pakan berserat tinggi. JITV 15:97-104.
- Tjellele T.J. 2006. Dry matter production, intake and nutritive value of certain *Indigofera* species [Thesis]. [Hatfield (South Africa)]: University of Pretoria.

- Van Soest, PJ. 1994. Nutritional Ecology of the ruminant. 2nd ed. Comstock Publishing Associates a Division of Cornell University Press, Ithaca.
- Vermorel M. 1988. *Nutrition energetique. Dans: Alimentation des Bovins, Ovins et Caprins.* R. Jarringe (ed). INRA-Paris, Paris.
- Vlaming, J.B. 2008. *Quantifying Variation in Estimated Methane Emission from Ruminants Using the SF6 Tracer Technique.* A Thesis of Doctor of Philosophy in Animal Science. Massey University, Palmerston North, New Zealand.
- Wahyuni, I. M. D., A. Muktiani dan M. Christianto. 2014. Penentuan Dosis Tanin dan saponin untuk defaunasi dan peningkatan fermentabilitas pakan. JITP 3(3):133-140.
- Widiawati, Y., Winugroho, M., Teleni, E. and Thalib, A. 2007. Fermentation kinetics (*in vitro*) of *leucaena leucocephala*, *gliricidia sepium* and *calliandra calothyrsus* leaves (3) the pattern of gas production, organic matter degradation, pH, NH3 and VFA concentration; estimated CH4 and microbial biomass production. JITV vol. 12(3).
- Widiawati, Y. 2013. Current and Future Mitigation Activities on Methane Emission from Ruminant in Indonesia. Paper in International Workshop on *Inventory Data and Mitigation of Carbon and Nitrogen Cycling From Livestock in Indonesia*. Jakarta, 24th April 2013.
- Wina, E. and D. Abdurohman. 2005. The formation of ‘ruminal bypass protein’ (*in vitro*) by adding tannins isolated from *Calliandra calothyrsus* leaves or formaldehyde. Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner 10: 274-280.
- Winugroho, M dan Widiyawati, Y. 2004. Pengaruh suplemen dengan berbagai rasio hidrogen - karbohidrat pada konsumsi jerami padi dan sintesa protein mikroba ruminansia besar. Bulletin BPT Ciawi, Bogor.
- Yanni, K dan Kosasih. 2015. *Media Rumen untuk Meningkatkan Produksi Gas Metana Batubara.* Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Minyak dan Gas Bumi, LEMIGAS. M&E, Vol. 13, No. 1.
- Zakariah dan Askari M. 2012. Evaluasi Kecernaan Beberapa Bahan Pakan Pada Ternak Pernakan Ongole (PO) Dan Peranakan Holstein (PFH). Fakultas Peternakan Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

