

## **PENGARUH PENAMBAHAN ASAM LEMAK PADA PAKAN TERNAK RUMINANSIA TERHADAP KANDUNGAN NUTRISI PAKAN**

Poespitasari Hazanah Ndaru<sup>1)</sup>, Asri Nurul Huda<sup>1)</sup>, Mashudi<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Minat Nutrisi dan Makanan Ternak, Fakultas Peternakan, Universitas Brawijaya Jalan Veteran, Ketawanggede, Kec. Lowokwaru, Kota Malang, Jawa Timur, Indonesia 65145

\*Corresponding author: [eka83fitasari@gmail.com](mailto:eka83fitasari@gmail.com)

Submitted 7 November 2020, Accepted 28 Mei 2021

### **ABSTRAK**

Tujuan penelitian ini adalah mengevaluasi pengaruh penambahan beberapa jenis saturated fatty acid pada level yang berbeda terhadap nilai nutrisi dan pencernaan pakan, karakteristik fermentasi rumen, dan produksi gas CH<sub>4</sub>. Tahapan penelitian ini terdiri dari 2 tahap yaitu tahap 1 (pembuatan pakan perlakuan) dan tahap 2 (pengujian pakan perlakuan). Metode penelitian ini adalah menggunakan adalah RAK (Rancangan Acak Kelompok), yang terdiri dari 7 perlakuan yang meliputi pakan lengkap dengan penambahan 0% fatty acid, myristic acid (10%), myristic acid (20%), lauric acid (10%), lauric acid (20%), palmitic acid (10%) dan palmitic acid (20%) dengan 3 ulangan. Pada penelitian yang berjudul “Pengaruh Penambahan *Fatty Acid* Pada Pakan Ternak Ruminansia dengan Rasio Berbeda Sebagai Upaya Mengurangi Produksi Gas CH<sub>4</sub>” ini merupakan inovasi strategi pemberian pakan ternak ruminansia dengan menerapkan teknologi berwawasan lingkungan sebagai upaya mengurangi efek gas rumah kaca dari sektor industri peternakan yang merupakan pendonor gas CH<sub>4</sub> terbesar kedua di dunia. Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan bahwa kandungan bahan kering pakan perlakuan yaitu berkisar antara 92,09% - 92,90%, kandungan bahan organik pada penelitian ini 86%, sehingga sejumlah 86% nutrient dapat dimanfaatkan ternak untuk hidup pokok dan berproduksi, kandungan protein kasar pada penelitian ini berkisar 14%, hal ini menunjukkan bahwa penelitian ini *isoprotein*, dan semakin tinggi level penambahan asam lemak pada pakan dapat meningkatkan kandungan lemak kasar pakan penelitian, hal ini akan efektif dalam mengurangi produksi gas CH<sub>4</sub>.

**Kata Kunci :** Asam lemak, CH<sub>4</sub>, ruminansia

---

*How to cite : Ndaru, P. H., Huda, A. N., & Mashudi. (2021). Pengaruh Penambahan Asam Lemak Pada Pakan Ternak Ruminansia Terhadap Kandungan Nutrisi Pakan. TERNAK TROPIKA Journal of Tropical Animal Production Vol 22, No 1 (12-19)*

## PENDAHULUAN

Ternak ruminansia mampu memanfaatkan pakan sumber kasar melalui fermentasi mikroba rumen dan menyediakan produk berkualitas tinggi (daging dan susu) untuk kebutuhan manusia. Namun, berdasarkan hasil beberapa penelitian fermentasi rumen dikaitkan dengan pembentukan gas metana (CH<sub>4</sub>), yang merupakan salah satu gas rumah kaca yang efektif, dan selanjutnya mengakibatkan hilangnya sebagian energi makanan dalam tubuh ternak. Menurut Suryahadi, *et al.* (2002), emisi metana per unit pakan atau laju konversi metana lebih besar karena kualitas hijauan pakan yang diberikan rendah.

Semakin tinggi jumlah pemberian pakan kualitas rendah, semakin tinggi produksi metana. Rendahnya kualitas hijauan di Indonesia disebabkan antara lain oleh sifat pertumbuhan yang cepat sehingga cepat berbunga dan berbiji yang mengakibatkan kandungan serat kasar tinggi. Menurut Haryanto (2009), degradasi dan fermentasi komponen serat pakan oleh mikroba rumen selain menghasilkan asam lemak volatil, juga membentuk gas metan dan karbondioksida.

Manipulasi pakan ternak ternak dengan penambahan bahan aditif dalam pakan dapat sebagai upaya untuk mengurangi produksi gas metan pada ruminansia, salah satunya adalah dengan penambahan asam lemak. Asam lemak rantai panjang, terutama asam lemak tak jenuh (UFA), memiliki pengaruh toksik pada rumen khususnya pada bakteri metanogenik archaea yang mengarah pada pengurangan produksi CH<sub>4</sub> (Kim *et al.*, 2008 dan Hwang *et al.*, 2001).

Pada penelitian yang dilakukan oleh Beauchemin *et al.* (2007) melaporkan bahwa beberapa sumber lipid yang meliputi lemak, minyak bunga matahari, dan biji bunga matahari utuh yang terutama mengandung asam lemak rantai panjang memiliki potensi mengurangi emisi CH<sub>4</sub> dengan rata-rata

17% dari pertumbuhan sapi. Demikian pula, pada penelitian dengan suplementasi asam lemak tak jenuh (UFA) dapat menurunkan produksi CH<sub>4</sub> *in vitro* (Zhang *et al.*, 2008). Menurut (EPSA) minyak kelapa sawit mengandung *myristic acid*, *lauric acid* dan *palmitic acid* yang dapat berperan sebagai substansi yang dapat mengurangi produksi gas metan. Keadaan alami yang terjadi ketika ditambahkan minyak pada pakan yaitu minyak akan melapisi tubuh protozoa sehingga protozoa tidak dapat melakukan aktivitas metabolik yang menyebabkan protozoa mati di dalam rumen.

Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan Sitoresmi, dkk (2009), yaitu penambahan minyak nabati sebesar 7,5% dapat menurunkan jumlah protozoa sebesar 23,95% dan menurunkan jumlah produksi gas metan sebesar 18,51%. Sehingga teknologi berwawasan lingkungan sangat penting dilakukan di industri peternakan, hal ini sejalan dengan fokus dunia saat ini yaitu melakukan penelitian tentang upaya pengurangan gas metan pada industri peternakan.

## MATERI DAN METODE

### Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian terdiri dari 2 tahap yaitu tahap 1 (pembuatan pakan perlakuan) dan tahap 2 (pengujian pakan perlakuan). Pada tahap 1, dilakukan persiapan pembuatan pakan berdasarkan perlakuan. Pada penelitian ini terdiri dari 7 perlakuan yaitu pakan lengkap dengan penambahan 0% *fatty acid*, *myristic acid* (10%), *myristic acid* (20%), *lauric acid* (10%), *lauric acid* (20%), *palmiac acid* (10%) dan *palmiac acid* (20%). Pada tahap 2, dilakukan pengujian untuk menentukan rasiona yang tepat penambahan *fatty acid* pada pakan.

### Waktu dan lokasi penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan pada bulan April-September 2020. Analisis kandungan nutrisi dilakukan di Laboratorium Nutrisi dan Makanan Ternak Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya.

### Variabel Penelitian

Variabel pada penelitian ini adalah analisis kandungan nutrisi (BK, BO, PK, LK, dan SK). Pada pakan yang akan dianalisis di oven dengan suhu 60 °C selama 24 jam, kemudian di grinding hingga berukuran 1 mm selanjutnya dilakukan uji kandungan nutrisi dengan metode analisa proksimat AOAC (1995) yang terdiri dari

Bahan kering (BK), bahan organik (BO), protein kasar (PK), serat kasar (SK), lemak kasar (LK) dan total digestible protein (TDN).

Perlakuan pada ini adalah penambahan *saturated fatty acid* pada pakan lengkap dengan level pemberian berbeda. Adapun perlakuan tersebut adalah sebagai berikut:

T0 : Pakan lengkap (tanpa penambahan *Fatty Acid*)

T1 : Pakan lengkap + *Myristic acid* (10% DM)

T2 : Pakan lengkap + *Myristic acid* (20% DM)

T3 : Pakan lengkap + *Lauric acid* (10%)

T4 : Pakan lengkap + *Lauric acid* (20%)

T5 : Pakan lengkap + *Palmiac acid* (10%)

T6 : Pakan lengkap + *Palmiac acid* (20%)

Perlakuan pada penelitian ini adalah 7 perlakuan dan setiap perlakuan di ulang sebanyak 3 kali ulangan.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Kandungan Nutrisi Pakan

Pada penelitian ini menggunakan pakan lengkap yang tersusun dari wheat polard, DDGS, bungkil kopra, bungkil kelapa, molases, mineral, dan vitamin serta tebon jagung. Kandungan nutrisi pakan perlakuan pada penelitian tertera pada Tabel 1.

Kandungan protein penelitian ini yaitu sebesar 21,89%. Kandungan konsentrat pada penelitian ini lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian Gustiani

dan Permadi (2015) yang memiliki kandungan protein kasar 11,76%. Hal ini disebabkan perbedaan bahan penyusun yang digunakan dalam konsentrat. Pada penelitian ini, konsentrat dicampur menjadi homogen melalui proses perlakuan fisik dan suplementasi yang dikemas dalam bentuk tertentu agar pemberian kepada ternak efektif dan memudahkan dalam penyimpanan. Pada penelitian ini, imbangannya hijauan dan konsentrat yang digunakan yaitu 60 %: 40%.

**Tabel 1.** Kandungan bahan pakan perlakuan

No	Bahan Pakan	BK	BO	PK	LK	SK
1	Konsentrat	89,79	90,45	21,89	3,99	10,90
2	Tebon jagung	18,30	83,74	10,69	3,15	36,20

Keterangan : - Hasil analisis di Laboratorium Nutrisi dan Makanan Ternak Fakultas

Peternakan Universitas Brawijaya (2020)

-\*Berdasarkan 100% BK

Nilai kandungan PK tebon jagung sebesar 10,69%. Nilai kandungan bahan kering ini lebih rendah dibandingkan penelitian Rahayu, dkk (2017) yang menyatakan bahwa kandungan bahan kering tebon jagung sebesar 19,7%. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Naibaho,

dkk (2017), kandungan bahan kering tebon jagung yaitu sebesar 25,73%. Tanaman jagung termasuk jenis tanaman pangan yang diketahui banyak mengandung serat kasar dimana tersusun atas senyawa kompleks lignin, hemiselulosa dan selulosa (lignoselulosa), dan masing-masing

merupakan senyawa-senyawa yang potensial dapat dikonversi menjadi senyawa lain secara biologi. Selulosa merupakan sumber karbon yang dapat digunakan mikroorganisme sebagai substrat dalam proses fermentasi untuk menghasilkan produk yang mempunyai nilai ekonomi tinggi (Aguirar, C.L. (2001), Suprato dan Rasyid (2002)). Namun selulosa dan hemiselulosa yang tersedia terbatas pemanfaatannya, karena adanya lignin yang mengikat selulosa maupun hemiselulosa pada residu lignoselulosa. Diperlukan mikroba pendegradasi lignoselulosa,

sehingga selulosa maupun hemiselulosa bisa dimanfaatkan sebagai sumber karbon.

#### **Kandungan Nutrisi Pakan Perlakuan**

Pada penelitian ini, bahan pakan disusun dengan imbang 60%: 40% untuk masing-masing pakan hijauan dan konsentrat. Menurut Lammers et al. (2003) menyatakan bahwa pakan lengkap mempunyai pengertian sebagai suatu jenis pakan yang dirancang untuk produk komersial bagi ternak ruminansia dan didalamnya sudah mengandung bahan hijauan maupun konsentrat dalam imbangan memadai.

**Tabel 2.** Kandungan Nutrien Pakan Perlakuan

Perlakuan	Kandungan Nutrien			
	BK (%)	BO (%BK)	PK	LK
T0	92,56	86,42	14,88	3,17
T1	92,55	86,67	14,84	5,02
T2	92,86	86,93	14,52	6,71
T3	92,90	86,76	15,13	4,78
T4	92,09	86,59	15,26	6,48
T5	92,42	86,44	14,64	4,88
T6	92,66	86,40	14,86	6,88

Keterangan : - Hasil analisis di Laboratorium Nutrisi dan Makanan Ternak Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya (2020)

-\*Berdasarkan 100% BK

Penggunaan pakan lengkap pada ternak sangat relevan untuk memudahkan pemenuhan kebutuhan nutrisi, dan pada saat yang sama mampu menyumbang kebutuhan serat (NDF) yang penting bagi stabilitas ekosistem rumen. Pakan lengkap juga lebih menjamin meratanya distribusi asupan harian ransum, agar fluktuasi kondisi ekosistem di dalam rumen diminimalisir (Tafaj et al., 2007).

#### **Kandungan Bahan Kering Pakan Perlakuan**

Kandungan bahan kering pada penelitian ini adalah T0 92,56%, T1 92,55%, T2 92,86%, T3 92,90 % , T4 92,09%, T5 92,42% dan T6 92,66%. Kandungan bahan kering T3 lebih tinggi dibandingkan dengan

T1, T2. T4, T5 dan T6. Kandungan bahan kering pada penelitian ini lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian Gustiani dan Permadi (2015) yang memiliki kandungan bahan kering sebesar 90,4%. Kandungan bahan kering penelitian ini lebih tinggi dibandingkan penelitian Lawa et al (2016).

Kandungan bahan kering penelitian Lawa, *et al* (2016) yaitu penelitian pakan lengkap dengan suplementasi daun kabesak putih (*Acacia leucophloea* Raxb) memiliki kandungan bahan kering pada T0 sebesar 89,8%, T1 89,9%, T2 89,8%, T3 89,9% dan T4 90,1%. Perbedaan kandungan bahan kering pada penelitian ini dengan penelitian sebelumnya disebabkan oleh perbedaan

sumber hijauan yang digunakan serta bahan penyusun konsentrat yang terdiri dari sumber protein dan sumber energi.

#### **Kandungan Bahan Organik Pakan Perlakuan**

Kandungan bahan organik pada penelitian ini adalah T0 86,42%, T1 86,67%, T2 86,93%, T3 86,76%, T4 86,59 %, T5 86,44% dan T6 86,40%. Pada penelitian ini rata-rata kandungan bahan organik yaitu sebesar 86,60%. Kandungan bahan organik pada penelitian ini lebih rendah dibandingkan dengan penelitian Gustiani dan Permadi (2015). Pada penelitian tersebut kandungan bahan organik pakan perlakuan sebesar 89,84%. dan lebih rendah dibandingkan penelitian Lawa et al (2016), yaitu kandungan bahan organik pakan perlakuan T0 87,9%, T1 87,9%, T2 88,2%, T3 88,5% dan T4 88,5%.

Bahan organik utamanya berasal dari golongan karbohidrat, yaitu BETN dengan komponen penyusun utama pati dan gula. Sehingga, dengan meningkatnya atau semakin tinggi kandungan bahan organik pada pakan perlakuan maka semakin tinggi pula nutrisi yang dapat dimanfaatkan ternak dalam memenuhi kebutuhan. Kandungan bahan organik pada penelitian ini relatif tinggi yaitu berkisar 86%, hal ini menunjukkan bahwa bahan organik yang dimanfaatkan oleh ternak cukup tinggi untuk memenuhi kebutuhannya.

Kandungan bahan organik tanaman berkorelasi dengan umur panen, yakni semakin tua umur panen maka semakin rendah bahan organik tanaman tersebut, hal ini dikarenakan semakin tua tanaman akan terjadi proses lignifikasi, sehingga kadar lignin tanaman semakin tinggi dan menyebabkan kandungan bahan organik pada tanaman menjadi semakin rendah.

#### **Kandungan Protein Kasar Pakan Perlakuan**

Kandungan protein kasar pada penelitian ini adalah T0 14,88%, T1 14,84%, T2 14,52%, T3 14,13%, T4 14,26 %, T5 14,64% dan T6 14,86%, hal ini menunjukkan bahwa kandungan protein kasar pada

penelitian ini *isoprotein*. Pada penelitian ini rata-rata kandungan protein kasar yaitu sebesar 14,59%.

Kandungan protein kasar pada penelitian ini lebih tinggi dibandingkan penelitian Naibaho, dkk (2017). Pada penelitian tersebut memiliki kandungan PK sebesar 9,47%. Pada penelitian Naibaho, dkk (2015) menggunakan pakan lengkap berbasis silase tebon jagung. Protein silase tebon jagung pada penelitian tersebut yaitu sebesar 12%. Perbedaan kandungan PK pada penelitian disebabkan karena perbedaan imbalan hijauan dan konsentrat. Pada penelitian Naibaho, dkk (2017) menggunakan imbalan hijauan dan konsentrat yaitu 80%: 20%. Perbedaan imbalan hijauan dan konsentrat dapat menyebabkan perbedaan kandungan nutrisi bahan pakan.

Perbedaan kandungan protein ini dapat disebabkan oleh perbedaan bahan sumber protein yang digunakan dan proporsi penggunaannya pada pakan lengkap, namun penyusunan pakan perlakuan pada kedua penelitian ini memiliki persamaan yaitu protein kasar pakan perlakuan disusun secara *isoprotein*. Protein adalah senyawa organik kompleks yang mempunyai berat molekul tinggi.

Seperti halnya karbohidrat dan lipida, protein mengandung unsur-unsur karbon, hidrogen dan oksigen, tetapi sebagai tambahannya, semua protein mengandung nitrogen. Kebanyakan protein mengandung sulfur, beberapa protein mengandung fosfor (Hartadi dkk., 1991). Protein kasar adalah nilai hasil bagi dari total nitrogen ammonia dengan faktor 16% (16/100) atau hasil kali dari total nitrogen ammonia dengan faktor 6,25 (100/16). Faktor 16% berasal dari asumsi bahwa protein mengandung nitrogen 16%.

Ternak ruminansia membutuhkan asam-asam amino yang berasal dari protein (Siregar, 1984). Menurut Haryanto (1992), protein adalah senyawa kimia yang tersusun dari asam amino, yang mana asam amino tersebut diperlukan oleh ternak dan ternak

mebutuhkan mikroba rumen untuk mensintesa. Protein yang diberikan pada domba dihitung berdasarkan kandungan protein kasar dalam pakan. Jumlah kebutuhan minimum protein kasar yang diperlukan domba untuk hidup pokok sebesar 8% dari BK dan domba pada masa pertumbuhan memerlukan PK sebesar 11% dari BK (Gatenby, 1991).

#### **Kandungan Lemak Kasar Pakan Perlakuan**

Kandungan protein kasar pada penelitian ini adalah T0 3,17%, T1 5,02%, T2 6,71%, T3 4,78%, T4 6,48 %, T5 4,88% dan T6 6,88%. Kandungan lemak kasar pada penelitian ini cenderung meningkat seiring dengan peningkatan level penambahan komponen asam lemak sebagai agen mitigasi.

Lemak merupakan komponen penting pada pakan ternak dan sering ditambahkan untuk meningkatkan kepadatan yang diperoleh ternak dan tanpa meningkatkan beban asam dalam rumen. Pada pakan sumber hijauan dan konsentrat yang diformulasikan secara tradisional seringkali memiliki kandungan lemak rendah ( $\pm 3$  % bahan kering) dan meningkatkan kandungan lemak dalam pakan melalui penambahan minyak sayur dan ikan atau bahan lemak tinggi terkadang dapat menimbulkan permasalahan dalam rumen, meliputi: toksisitas asam lemak terhadap beberapa bakteri rumen, pembentukan asam lemak trans dan menekan produksi susu, serta mengikat mineral sehingga mengurangi ketersediaan mineral untuk pertumbuhan bakteri dan fungsi rumen.

Asam lemak yang sering dijumpai terdapat berbagai bentuk yaitu saturated fatty acid, unsaturated fatty acid, berantai tunggal maupun bercabang (Warren, 2015). Kemajuan terbaru dalam proses metabolisme ruminal lipid telah difokuskan terutama pada manipulasi fisikokimia yang bertujuan untuk kontrol efek anti mikroba sehingga lemak dapat diberikan pada ternak tanpa ada gangguan fermentasi dan pencernaan rumen.

#### **KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada penelitian yang berjudul “Pengaruh Penambahan *Fatty Acid* Pada Pakan Ternak Ruminansia dengan Rasio Berbeda Sebagai Upaya Mengurangi Produksi Gas CH<sub>4</sub>” ini merupakan inovasi strategi pemberian pakan ternak ruminansia dengan menerapkan teknologi berwawasan lingkungan sebagai upaya mengurangi efek gas rumah kaca dari sektor industri peternakan yang merupakan pendonor gas CH<sub>4</sub> terbesar kedua di dunia. Berdasarkan hasil penelitian:

1. Kandungan bahan kering pakan perlakuan yaitu berkisar antara 92,09% - 92,90%.
2. Kandungan bahan organik pada penelitian ini 86%, sehingga sejumlah 86% nutrient dapat dimanfaatkan ternak untuk hidup pokok dan berproduksi.
3. Kandungan protein kasar pada penelitian ini berkisar 14%, hal ini menunjukkan bahwa penelitian ini *isoprotein*.
4. Semakin tinggi level penambahan asam lemak pada pakan dapat meningkatkan kandungan lemak kasar pakan penelitian, hal ini akan efektif dalam mengurangi produksi gas CH<sub>4</sub>.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- AOAC. (1995). *Official Methods of Analysis*. Association of Official Analytical Chemists.
- Beauchemin, K. A., McGinn, S. M., & Petit, H. V. (2007). Methane abatement strategies for cattle: Lipid supplementation of diets. *Canadian Journal of Animal Science*, 87(3), 431–440. <https://doi.org/10.4141/CJA-S07011>
- Božic, A. K., Anderson, R. C., Carstens, G. E., Ricke, S. C., Callaway, T. R., Yokoyama, M. T., Wang, J. K., & Nisbet, D. J. (2009). Effects of the methane-inhibitors nitrate, nitroethane, lauric acid, Lauricidin® and the Hawaiian marine algae

- Chaetoceros on ruminal fermentation in vitro. *Bioresource Technology*, 100(17), 4017–4025. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2008.12.061>
- Chuzaemi, S. (2002). Arah dan Sasaran Penelitian Nutrisi Sapi Potong di Indonesia. In *Makalah Dalam Workshop Sapi Potong*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan Bogor dan Lokal Penelitian Sapi Potong.
- Faciola, A. P., & Broderick, G. A. (2014). Effects of feeding lauric acid or coconut oil on ruminal protozoa numbers, fermentation pattern, digestion, omasal nutrient flow, and milk production in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 97(8), 5088–5100. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7653>
- FAO. (2016). *The State of Food and Agriculture*. <http://www.fao.org/3/a-i6030e.pdf>
- Forster, P., Ramaswamy, V., Artaxo, P., Bernsten, T., Betts, R., Fahey, D., Haywood, J., Lean, J., Lowe, D., Myhre, G., Nganga, J., Prinn, R., Raga, G., Schulz, M., & van Dorland, R. (2007). Climate Change 2007. The Physical Science basis: Summary for policymakers. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. In *Climate Change 2007: The Physical Science basis: Summary for policymakers. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press.
- Haryanto, B. (2012). Perkembangan penelitian nutrisi ruminansia. *Jurnal Wartazoa*, 22(4), 169–177.
- Hwang, I., Kim, H., Shim, S. S., Lee, S., & Ha, J. (2001). Effect of unsaturated fatty acids on cellulose degradation and fermentation characteristics by mixed ruminal microbes. *Asian Austral J Anim Sci*, 14, 501–506.
- Kim, C.-H., Lee, S. J., Ha, J. K., Kim, W. Y., & Lee, S. S. (2008). Effects of emulsified octadecanoic acids on gas production and cellulolysis by the rumen anaerobic fungus, *Piromyces communis* M014. *Anaerobe*, 14(1), 19–28. <https://doi.org/10.1016/j.anaerobe.2007.08.005>
- Kurniawati, A. (2013). Teknik produksi gas in-vitro untuk evaluasi pakan ternak : volume produksi gas & pencernaan bahan pakan. *Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop Dan Radiasi*, 3(1), 40–49. <https://doi.org/10.17146/JAIR.2007.3.1.552>
- Odongo, N. E., Or-Rashid, M. M., Kebreab, E., France, J., & McBride, B. W. (2007). Effect of Supplementing Myristic Acid in Dairy Cow Rations on Ruminal Methanogenesis and Fatty Acid Profile in Milk. *Journal of Dairy Science*, 90(4), 1851–1858. <https://doi.org/10.3168/jds.2006-541>
- Sitoresmi, P. D., Yusiati, L. M., & Hartadi, H. (2012). Pengaruh Penambahan Minyak Kelapa, Minyak Biji Bunga Matahari, dan Minyak Kelapa Sawit terhadap Penurunan Produksi Metan di dalam Rumen secara in Vitro (The Effect of Addition Coconut Oil, Sunflower Seed Oil, and Palm Olein on Reducing Ruminal Methane Pro. *Buletin Peternakan*, 33(2). <https://doi.org/10.21059/buletinpeternak.v33i2.122>
- Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T., Castel, V., Rosales, M., & de Haan, C. (2006). *Livestock's Long Shadow: Environmental Issues and Options*, Rome, FAO-Food and Agriculture Organization of the United Nations. Copenhagen.
- Sudarwati, H., Natsir, M. H., & Nurgiartiningsih, V. M. (2018). *Statistika Dan Rancangan Percobaan*. UB Press.
- Warren, E., Sihota, N. J., Hostettler, F. D., & Bekins, B. A. (2014). Comparison

of surficial CO<sub>2</sub> efflux to other  
measures of subsurface crude oil  
degradation. *Journal of Contaminant  
Hydrology*, 164, 275–284. [https://doi.  
org/10.1016/j.jconhyd.2014.06.006](https://doi.org/10.1016/j.jconhyd.2014.06.006)  
Zhang, G., Zhang, J., Liu, S., Ren, J., Xu, J.,  
& Zhang, F. (2008). Methane in the

Changjiang (Yangtze River) Estuary  
and its adjacent marine area: Riverine  
input, sediment release and  
atmospheric fluxes. *Biogeochemistry*,  
91(1), 71–84. [https://doi.org/10.1007/  
s10533-008-9259-7](https://doi.org/10.1007/s10533-008-9259-7)