

POTENSI DAN PEMANFAATAN RUMEN SAPI SEBAGAI BIOAKTIVATOR

Elma Basri

Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Lampung
Jl. Hi. Z.A Pagar Alam No. 1A, Raja Basa, Bandar Lampung
basrielma@yahoo.co.id

ABSTRAK

Limbah peternakan dapat menimbulkan masalah lingkungan. Selain feces dan urine, proses pencernaan hewan ruminansia juga menghasilkan gas metana yang bertanggung jawab terhadap pemanasan global. Gas metana dari kotoran ternak dapat dimanfaatkan menjadi energi alternatif. Selain itu cairan rumen dari limbah rumah potong hewan dapat dimanfaatkan sebagai biostarter untuk mempercepat proses fermentasi. Tulisan ini bertujuan untuk memberikan gambaran tentang potensi dan pemanfaatan rumen sapi sebagai bioaktivator. Isi rumen merupakan salah satu limbah potong hewan yang belum dimanfaatkan secara optimal bahkan ada yang dibuang begitu saja, sehingga menimbulkan pencemaran lingkungan. Potensi nutrien dari cairan rumen ini dapat dimanfaatkan dan diolah menjadi suplemen biomineral. Selain itu potensi produksi yang cukup tinggi yang berasal dari pemotongan hewan. Zat makanan yang terkandung dalam rumen meliputi protein sebesar 8,86%, lemak 2,60%, serat kasar 28,78%, fosfor 0,55%, abu 18,54% dan air 10,92%. Isi rumen yang diperoleh dari rumah potong hewan kaya akan nutrisi, limbah ini sebenarnya sangat potensial bila dimanfaatkan sebagai aktivator untuk fermentasi pembuatan pakan ternak, pembuatan pupuk organik, dan untuk produksi biogas.

Kata Kunci : Potensi, manfaat, rumen sapi, bioaktivator.

ABSTRACT

Livestock waste can cause environmental problems. Besides feces and urinary, digestive processes of ruminant animals also produces methane gas responsible for global warming. The methane gas from manure can be utilized as an alternative energy. In addition rumen fluid from abattoir waste can be used as biostarter to accelerate the fermentation process. This paper aims to provide an overview of the potential and utilization as a bio-activator cow rumen. The contents of the rumen is one abattoir waste that has not been used optimally even there were discarded, causing environmental pollution. Potential nutrients from rumen fluid can be utilized and processed into supplements biomineral. Besides the production potential is quite high that comes from slaughterhouses. nutrients contained in the rumen include protein at 8.86%, 2.60% fat, crude fiber 28.78%, phosphorus 0.55%, ash 18.54% and 10.92% water. Rumen contents obtained from a slaughterhouse rich in nutrients, the waste is real potential when used as an activator for the manufacture of fermented animal feed, organic fertilizer, and for the production of biogas.

Keywords: Potential, benefits, cow's rumen, bio-activator.

PENDAHULUAN

Rumen adalah salah satu bagian lambung ternak ruminansia atau hewan memamah biak seperti sapi, kerbau, kambing dan domba. Rumen terdiri dari bahan pakan yang biasanya dimakan oleh ternak yang berupa rumput/hijauan lainnya, dan pakan penguat (konsentrat). Produksi isi rumen sapi di Indonesia pada tahun 2012 mencapai 240 juta liter, karena baunya kuat, dan kandungan air yang tinggi sehingga sulit penanganannya, selain itu hasil pencernaan hewan ruminansia juga menghasilkan gas metana. Hewan –hewan ini memecah selulosa yang terkandung dalam rumput menjadi molekul yang dapat diserap oleh rumen dengan bantuan mikrobia anaerob. Selama ini isi rumen hanya dibuang dan sebagian kecil saja yang memanfaatkannya sebagai kompos. Saat ini jumlah sapi yang dipotong setiap tahun tidak kurang dari 1,75 juta ekor, dimana sekitar 1,5 juta ekor berasal dari sapi lokal, dan sisanya adalah sapi impor. Dengan jumlah cairan rumen mencapai 31 liter/ekor, maka potensi cairan rumen sapi mencapai 54,25 juta liter/tahun (Berutu, 2007). Penelitian Sinaga (2011) menyatakan bahwa salah satu limbah rumah pemotongan hewan (RPH) dapat digunakan sebagai bioaktivator, yaitu isi rumen sapi.

Di dalam rumen tersebut terjadi proses fermentasi oleh mikroorganisme (bakteri, protozoa, yeast, fungi). Isi rumen merupakan salah satu limbah potong hewan yang belum dimanfaatkan secara optimal bahkan ada yang dibuang begitu saja, sehingga menimbulkan pencemaran lingkungan (Darsono, 2011). Limbah isi rumen sangat potensial bila dimanfaatkan sebagai bahan pakan karena isi rumen disamping merupakan bahan pakan yang belum tercerna juga terdapat organisme rumen yang merupakan sumber vitamin B.

Bioaktivator rumen sapi merupakan limbah rumah pemotongan hewan berupa rumput yang belum terfermentasi dan tercerna sepenuhnya oleh hewan. Bioaktivator adalah bahan yang mengandung mikroorganisme efektif yang secara aktif dapat membantu proses dekomposisi sampah organik (Tarigan, 2012). Dalam bioaktivator ini terdapat berbagai macam mikroorganisme fermentasi dan dekomposer. Mikroorganisme dipilih yang dapat bekerja secara efektif dalam memfermentasikan dan menguraikan bahan organik (Susilo, 2012).

Salah satu kendala pemanfaatan isi rumen sebagai pakan adalah baunya yang sangat kuat sehingga mengurangi palatabilitas, dan kadar airnya yang sangat tinggi sehingga menyebabkan sulit untuk menangani/mengolahnya dan pemberiannya pada ternak. (Marjuki dkk, 2013). Menurut Budiansyah, dkk (2010), menyatakan bahwa aktivitas enzim selulosa dari cairan rumen sapi lokal lebih tinggi dibandingkan aktivitas enzim selulosa dari cairan rumen sapi impor. Cairan rumen sapi berasal dari limbah rumah potong hewan dan jika tidak ditangani dengan baik limbah ini berpotensi mencemari lingkungan.

Potensi Rumen

Limbah peternakan dapat menimbulkan masalah lingkungan. Selain feces dan urine, proses pencernaan hewan ruminansia juga menghasilkan gas metana yang bertanggung jawab terhadap pemanasan global. Gas metana dari kotoran ternak dapat dimanfaatkan menjadi energi alternatif. Selain itu cairan rumen dari limbah rumah potong hewan dapat dimanfaatkan sebagai biostarter untuk mempercepat proses fermentasi kotoran untuk menghasilkan dan meningkatkan produksi gas metan dalam biogas. (Susilowati, 2009).

Rumen merupakan organ bagian dalam sistem pencernaan seperti lambung pada ternak yang berjenis herbifora. Rumen merupakan bagian penting, ruang pra-pencernaan untuk simbiosis mikroorganisme hidup, yang memiliki beberapa jenis mikroba / bakteri utama pada rumen. Rumen sapi mengandung berbagai mikroorganisme seperti bakteri, fungi maupun protozoa. Mikroorganisme tersebut mengeluarkan berbagai enzim yang berguna pada proses pencernaan pakan pada ruminansia (Suseno, 2009)

Cairan rumen sapi kaya akan berbagai enzim seperti enzim selulosa, amilase, protease, xilamase dan lain-lain (Ayuningtyas, 2008). Cairan isi rumen sapi dan kotoran sapi masih mengandung bahan organik yang tinggi (Manendar, 2010).

Fungi rumen sangat menarik karena dapat memanfaatkan enzim dengan variasi yang luas. Diantara enzim yang sangat potensial dihasilkan oleh fungi ialah *xylanase* yang dapat mendegradasi *cellulose* dan *hemicellulose* sangat sempurna (Sembiring, 2010).

Jumlah bakteri di dalam rumen mencapai 1-10 milyar/ml cairan rumen, sehingga potensi isi rumen mempunyai potensi besar untuk di manfaatkan sebagai pupuk organik cair atau pun sebagai campuran *pupuk organik padat Bokashi* (Joko Samudro, 2014). Di dalam rumen ternak ruminansia terdapat populasi mikroba yang cukup banyak jumlahnya.

Bakteri merupakan biomasa mikroba terbesar didalam rumen sapi, berdasarkan letaknya dalam rumen, bakteri dapat dikelompokkan menjadi 3 bagian: a. Bakteri yang bebas dalam cairan rumen (30% dari total bakteri), b. Bakteri yang menempel pada partikel makanan (70% dari total bakteri), dan c. Bakteri yang menempel pada epitel dinding rumen dan bakteri yang menempel pada protozoa (Preston dan Leng, 1987) .

Manfaat Rumen Sapi Untuk Pembuatan Pupuk Organik

Melimpahnya jumlah atau populasi mikroorganisme hidup di dalam rumen, sangat baik untuk para *petani organik*. Limbah dari Rumah Potong Hewan Ruminantia (RPH-R) seperti sapi dan kambing biasanya membuang isi rumen begitu saja). Isi rumen yang diperoleh dari rumah potong hewan kaya akan nutrisi, limbah ini sebenarnya sangat potensial bila dimanfaatkan sebagai pakan ternak. Dalam proses pembuatan pupuk organik cair sangat dibutuhkan berbagai bahan-bahan alami yang kaya akan nutrisi , seperti isi dari limbah rumen untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas hasil pertanian. Pengolahan limbah rumah pemotongan hewan diharapkan mampu menekan biaya produksi budidaya pertanian di Indonesia dengan pola Organik (Joko Samudro, 2014).

Rumen sapi merupakan bahan buangan yang mengandung mikroba atau parasit dan bahan makanan yang tidak tercerna. Kandungan nutrisi dan bahan-bahan makanan yang tidak tercerna inilah yang menyebabkan rumen sapi dapat didaur ulang. Didalam rumen terjadi proses fermentasi oleh mikroorganisme seperti bakteri, protozoa, ragi dan fungi. Berdasarkan hasil isolasi dan identifikasi mikrba yang terkandung dalam cairan rumen diperoleh bakteri xilanolitik yaitu : *Bacillus sp*, *Cellomonas sp*, *Lactobacillus sp*, *Pseudomonas sp*, dan *Acinetobacter sp*. (Lamid dkk, 2006).

Bakteri rumen sapi terdiri dari kumpulan beberapa mikro organisme yang sangat bermanfaat dalam proses pengolahan pupuk kandang, kompos, pupuk organik cair, dan sekaligus mampu memperbaiki tingkat kesuburan tanah dan memberi kehidupan di dalam tanah. Mikroorganisme yang terdapat di dalam bakteri rumen sapi dapat

meningkatkan fermentasi limbah dan sampah organik, meningkatkan ketersediaan unsur hara untuk tanaman, serta menekan aktifitas serangga, hama dan mikroorganisme patogen (Lisan Abadi . 2010.). Cairan isi rumen dan kotoran sapi masih mengandung bahan organik yang tinggi (Manendar, 2010).

Manfaat Rumen Sapi Untuk Pembuatan Pakan Ternak

Rumen dapat di manfaatkan sebagai sumber pakan ternak dan sumber mikrobia karena mengandung karbohidrat, serat kasar, dan protein kasar. Adanya protein menunjukkan adanya mikrobia dalam rumen dan berpotensi untuk memperbaiki kualitas pakan (Arlini, 2014). Nutrisi rumen sapi terdiri dari : protein 8,42 %, lemak 2,6 %, serat kasar 28,78 %, Ca 0,53 %, P : 0,55 %, BETN : 44,24 %,abu : 18,54 %, dan air 10,92 %. Komposisi kimia isi rumen sapi (% BK) menurut Darsono, 2011 adalah sebagai berikut : AB 11 %, Protein kasar 17,6 %, lemak kasar 2,1 %, serat kasar 28 %, Beta-N 41,40 %, Ca 0,79 %, P 0,67 % .

Berdasarkan hasil penelitian Sanjaya (1995), penggunaan isi rumen sapi sampai 12% mampu meningkatkan pertambahan bobot badan dan konsumsi pakan ayam pedaging dan mampu menekan konversi pakan ayam pedaging. Jumlah mikroba di dalam isi rumen sapi bervariasi meliputi: mikroba proteolitik $2,5 \times 10^9$ sel/g isi rumen, mikroba selulolitik $8,1 \times 10^4$ sel/gram isi rumen, amilolitik $4,9 \times 10^9$ sel/g isi, mikroba pembentuk asam $5,6 \times 10^9$ sel/g isi, mikroba lipolitik $2,1 \times 10^{10}$ sel/g isi dan fungi lipolitik $1,7 \times 10^3$ sel/g isi (Sutrisno dkk, 1994). Mikroorganisme tersebut dapat mencerna pati, gula, lemak, protein dan nitrogen bukan proein untuk membentuk mikrobial dan vitamin B.

Beberapa jenis bakteri/mikroba yang terdapat dalam isi rumen adalah (a) bakteri/mikroba lipolitik, (b) bakteri/mikroba pembentuk asam, (c) bakteri/mikroba amilolitik, (d) bakteri/mikroba selulolitik, (e) bakteri/mikroba proteolitik (Sutrisno dkk, 1994). Kandungan zat makanan yang terdapat pada isi rumen sapi meliputi: air (8,8%), protein kasar (9,63%), lemak (1,81%), serat kasar (24,60%), BETN (38,40%), Abu (16,76%), kalsium (1,22%) dan posfor (0,29%) dan pada domba meliputi: air (8,28%), protein kasar (14,41%), lemak (3,59%), serat kasar (24,38%), Abu (16,37%), kalsium (0,68%) dan posfor (1,08%) (Suhermiyati, 1984).

Cairan rumen merupakan limbah dari rumah potong hewan yang tidak dimanfaatkan oleh masyarakat. Cairan rumen banyak mengandung mikroba baik bakteri, protozoa maupun fungi. Parakkasi (1999) menyebutkan bahwa pemanfaatan cairan rumen maupun enzim kompleks sebagai inokulan dalam pembuatan silase akan mempercepat dan memperbaiki fermentasi silase (penurunan pH, peningkatan rasio laktat - asetat, menurunkan ammonia), memperbaiki pertumbuhan bakteri rumen.

Faktor yang paling membatasi pakan hijauan ruminansia adalah pencernaan dan kualitas nutrisinya. Kekurangan protein merupakan faktor paling penting menyebabkan rendahnya produktivitas ruminansia yang diberi pakan hijauan kualitas rendah. *Calliandra calothyrsus* merupakan leguminosa tropis digunakan sebagai pakan ruminansia, memiliki kandungan protein dan polifenol yang tinggi. Protein kasar mensuplai N untuk sintesis protein mikroba rumen dan polifenol digunakan sebagai strategi untuk menurunkan emisi enterik CH₄ di ruminansia. Pakan dengan kandungan protein tinggi seperti *C. calothyrsus* seharusnya dilakukan penyimpanan menggunakan metode pengawetan yang sesuai dengan kondisi geografi. Namun, legum tersebut pada umumnya mempunyai kandungan karbohidrat terlarut yang rendah dan tingginya kapasitas penyangga yang menyebabkan rendahnya kualitas pakan awetan (silase). Kombinasi rumput dan legum merupakan solusi untuk keberhasilan proses fermentasi silase dan meningkatkan kandungan protein pakan untuk produksi ruminansia yang berkelanjutan (Ridwan, Roni. 2014).

Kandungan isi rumen kaya akan nutrisi, maka isi rumen sangat baik digunakan sebagai bahan utama dalam pembuatan feed suplemen ternak berupa bioplas. Bioplas ada suplemen ternak terbuat dari limbah ternak, yaitu isi rumen dengan penambahan bahan pakan lain, seperti bekatul atau dedak, molases dan EM-4. Pemberian bioplas pada ternak dapat meningkatkan pertambahan berat badan harian ternak sampai 0,68 kg/perhari (<http://epetani.deptan.go.id>, 2011)

Manfaat Rumen Sapi Untuk Produksi Biogas

Didalam isi rumen sapi telah terkandung bakteri *Methanosarcina Sp.* yang berperan dalam proses pembentukan biogas (Fithry, 2010) dan bakterin selulotik yang mampu mencerna selulosa dari pakan yang berupa rumput (Gamayanti, 2012). Menurut (Yenni, dkk , 2012) penambahan limbah isi rumen sapi dapat meningkatkan volume biogas yang terbentuk.

Gas metana (CH_4) dihasilkan dari fermentasi anaerob karbohidrat struktural maupun non struktural oleh metanogen (bakteri penghasil metan) didalam rumen ternak ruminansia yang dikeluarkan melalui proses eruktasi. Hasil penelitian (Harahap, 2007) gas metan ditandai dengan warna biru dalam nyala api. Gas metana memiliki kadar kalor yang cukup tinggi.

Emisi gas metana (CH_4) oleh ternak ruminansia dihasilkan melalui proses metanogenesis di dalam sistem pencernaan ruminansia khususnya bagian rumen. Seekor sapi dewasa dapat mengemisi 80-110 kg metana per tahun. Estimasi emisi gas methana secara global oleh ternak ruminansia berkisar antara 65-85 juta ton per tahun, sementara emisi total gas metan global 400-600 juta ton per tahun (Thalib, 2008).

Pengolahan limbah cairan isi rumen dan kotoran sapi dapat dilakukan dengan cara fermentasi anaerob (tanpa oksigen), dan merupakan salah satu alternatif untuk mengurangi pencemaran lingkungan. Dalam proses tersebut bahan organik akan didegrasi oleh mikroba yang dapat menghasilkan biogas. Cairan rumen sapi dari limbah rumah potong hewan dapat dimanfaatkan sebagai biostarter untuk mempercepat proses fermentasi kotoran untuk menghasilkan dan meningkatkan produksi gas metan dalam biogas (Sosilowati, 2009).

Hasil Penelitian (Linda, dkk., 2014) penambahan cairan rumen umumnya dapat meningkatkan volume biogas yang dihasilkan. Semakin banyak volume cairan rumen sapi yang dihasilkan pada feses sapi, kambing dan kerbau, sedangkan pada kotoran kuda tidak berpengaruh nyata. Produksi biogas tertinggi hingga terendah dihasilkan dari feses kuda yaitu $226,56 \text{ cm}^3$, feses sapi $71,40 \text{ cm}^3$, feses kerbau $28,28 \text{ cm}^3$, dan yang terendah dihasilkan dari feses kambing yaitu $2,13 \text{ cm}^3$.

Yulistiawati (2008), mengemukakan bahwa peningkatan produksi biogas pada awal proses fermentasi disebabkan karena pada tahap awal mikroba didalam fermentor masih dalam keadaan segar seperti dalam rumen, sedangkan pada waktu berikutnya zat nutrisi yang tersedia jumlahnya semakin berkurang.

Keunggulan Mikroorganisme Rumen Untuk Pertanian

- a. Dapat diproduksi sendiri (Petani Mandiri)
- b. Ketersediaan bahan yang cukup mudah dan murah
- c. Pengolahan hanya dengan alat sederhana
- d. Sangat bermanfaat bagi petani dengan pola tanam Organik

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil tulisan diatas dapat disimpulkan bahwa potensi nutrien dari cairan rumen ini dapat dimanfaatkan dan diolah menjadi suplemen biomineral, Selain itu rumen sapi sebagai potensi produksi yang cukup tinggi yang berasal dari pematangan hewan. Zat makanan yang terkandung dalam rumen meliputi protein sebesar 8,86%, lemak 2,60%, serat kasar 28,78%, fosfor 0,55%, abu 18,54% dan air 10,92%. Isi rumen yang diperoleh dari rumah potong hewan kaya akan nutrisi, limbah ini sebenarnya sangat potensial bila dimanfaatkan sebagai aktivator untuk fermentasi pembuatan pakan ternak, pembuatan pupuk organik, dan untuk produksi biogas.

DAFTAR PUSTAKA

- Arlini, A.E. 2014. Pengaruh Penambahan Isi Rumen dan Methionin pada Ransum Komersial Terhadap Gain dan Efisiensi Pakan Broiler.
- Ayuningtyas, A. 2008. Eksploitasi Enzim Selulase dari Isolat Bakteri asal Rumen Sapi. Skripsi pada Departemen Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga.
- Berutu, K.M., 2007. Dampak Lama Transportasi Terhadap Penyusutan Bobot Badan, pH Daging Pasca Potong dan Analisis Biaya Transportasi Sapi Potong Peranakan Ongole dan Shorthorn. Skripsi pada Departemen Peternakan Fakultas Pertanian USU.
- Budiansyah, A., Resmi, K., Wiryawan, K.G., Soehartono, M.T., Widyantuti, Y., Ramli, N. 2010. Isolasi dan Karakterisasi Enzim Karbohidrase Cairan Rumen Sapi Asal Rumah Potong Hewan. *Media Peternakan*, 33 (1) : 36-43.
- Darsono, W.W. 2011. Isi Rumen Sebagai Campuran Pakan. Dalam <http://darsonoww.blog-spot.com/2011/11/isi-rumen-sebagai-campuran-pakan.html> (tanggal akses 26 Mei 2016).
- Fithry, Y. 2010. Pengaruh Penambahan Cairan Rumen Sapi pada Pembentukan Biogas dari Sampah Buah Mangga dan Semangka. Tesis, Program Pasca Sarjana Universitas Gajah Mada : Yogyakarta.
- Gamayanti, Kuntj N., Pertiwinigrum, Anwar., Mira, Y.L. 2012. Pengaruh Penggunaan Limbah Cairan dan Lumpur Gambut Sebagai Starter dalam Proses Fermentasi Metanogonik. *Buletin Peternakan* Vol.36 No.1: 32-39.
<http://epetani.deptan.go.id,2011>.
- Harahap, V. 2007. Uji Beda Komposisi campuran Kotoran Sapi dengan Beberapa Jenis Limbah Pertanian Terhadap Biogas yang Dihasilkan. Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara : Medan.
- Joko Samudro. 2014. Manfaat Rumen Untuk Pertanian Organik. <https://organikilo.co/2014/10/manfaat-limbah-rumen-untuk-pertanian-organik.html>.
- Linda Wati, Yuni Ahda, Dezi Handayanti, 2014. Pengaruh Volume Rumen Sapi Terhadap Berbagai Feses Dalam Menghasilkan Biogas. *Eksakta* Vol. 1 Tahun XV Februari 2014.

- Lamid, M., Chuzaemi, S., Puspaningsih, N., Kusmantono. 2006. Inokulasi Bakteri *Xilanolitik* Asal Rumen Sebagai Upaya Peningkatan Nilai Nutrisi Jerami Padi. *Jurnal Protein*. 14(2): 122-128.
- Marjuki, Rini Dwi Wahyuni, 2013. Kaji-tindak Pengolahan Isi Rumen Limbah Rumah Potong Sapi Sebagai Pakan Ternak Sumber Protein melalui Proses Fortifikasi dan Fermentasi. Fakultas Peternakan, Universitas Brawijaya, Malang.
- Manendar. R. 2010. Pengolahan Limbah Cair Rumah Pemotongan Hewan (RPH) dengan Metode Fotokatalitik TiO₂ : Pengaruh Waktu Kontak Terhadap Kualitas BOD₅, COD, dan pH Efluen. Tesis. Program Studi Kesehatan Masyarakat Veteriner Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Parakkasi, A. 1999. Ilmu Nutrisi dan Makanan Ternak Ruminan. Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta.
- Preston and Leng . 1987 . Matching Ruminant Production Systems With Available Resource in the Tropik and Sub Tropik Penambur Books Armidale . New South Wales, Australia .
- Ridwan, Roni. 2014. Keragaman Mikroba dan Metabolisme Rumen Sapi Peranakan Ongole Yang Menonsumsi Pakan Silase Rumen-Legum. <http://repository.ipb.ac.id/handle//123456789/70150>
- Susilowati, E. 2009. Uji Potensi Pemanfaatan Cairan Rumen Sapi untuk Meningkatkan Kecepatan Produksi Biogas dan Konsentrasi Gas Metan dalam Biogas. Thesis Universitas Gajah Mada.
- Sanjaya, L. 1995. Pengaruh Isi Rumen Sapi Terhadap PBB, Konsumsi, Konversi Terhadap Ayam Pedaging. Skripsi Fakultas Peternakan Universitas Muhammadiyah, Malang.
- Sinaga, H. 2011. Penggunaan Rumen Sapi Sebagai Aktivator Pada Pembuatan Kompos Daun Lamtoro. Skripsi USU. Medan.
- Sembiring, P., 2010. *Pengantar Ruminologi*. USU Press. Medan.
- Suhermiyati, S. 1984. "Penguji Cobaan Bahan Limbah RPH dan Ragi Makanan Ternak serta Kombinasinya dalam Ransum Ayam Pedaging". Thesis Fakultas Peternakan IPB, Bogor.
- Sutrisno, C.L et al. 1994. Proceeding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Peternakan Pengolahan dan Komunikasi Hasil-Hasil Penelitian Ternak. Ciawi.
- Suseno, D. 2009. *Aktivitas Antibakterin Propolis Trigona spp, pada Dua Konsentrasi Berbeda terhadap Cairan Rumen Sapi*. Program Studi Biokimia Fakultas Matematika dan IPA IPB, Bogor,
- Susilo, H. 2012. *Fisiologi Tanaman Budidaya*. Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Thalib, A. 2008. *Buah Lerak Mengurangi Emisi Gas Metana pada Hewan Ruminansia*. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian* Vol. 30 No.2.
- Tarigan, 2012. Pembuatan Pupuk Organik Cair Dengan Memanfaatkan Limbah Padat Sayuran Kubis (*Brassica Aleracege. L*) dan Isi Rumen Sapi.
- Yenni., Dewilda, Yommi., S.M, Sari. 2012. Uji pembentukan biogas dari substrat sampah sayur dan buah dengan ko-substrat limbah isi rumen sapi. *Jurnal Teknik Lingkungan*. Teknik Lingkungan : Unand.
- Yulistiawati. E.2008. Pengaruh Suhu dan C/N Rasio Terhadap Produksi Biogas Berbahan Baku Sampah Organik Sayuran, Skripsi. Program Strata I Institut Pertanian Bogor. Bogor.