

KANDUNGAN UNSUR HARA DAN BAKTERI PATOGENIK DALAM SUBSTRAT DAN LUMPUR BUANGAN BIOGAS FESES SAPI BALI

Luh Gde Sri Astiti dan Yohanes Geli Bulu

Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Nusa Tenggara Barat
Jl. Raya Peninjauan Narmada Lombok Barat, Indonesia
Email: luhde_astiti@yahoo.com

ABSTRACT

Nutrients Content and Pathogenic Bacteria in Substrates and Bio Gas-Sludge of Bali Cattle's Feces. The biogas processing is one approach to overcome this issue. Bali cattle's feces produce serious impacts on pollution and could be a source of infectious disease when treating worst. The objective of current research was to evaluate the nutrient content and pathogenic bacteria within biogas sludge from Bali cattle feces. The research was conducted from January to September 2014. The samples used were substrate and biogas sludge of Bali cattle feces taken from 10 biogas installations owned by farmers in Setanggor village Central Lombok District. The content of nutrient within the biogas sludge was analyzed from the samples using Atomic Absorption Spectrophotometer. Counting the number of colony method (Plate Count) in Nutrient Agar media was used to examine the total of bacteria colony and the Most Probable Number (MPN) in Mc. Conkey Agar media was used for counting the total of *Coliform* bacteria. The result showed that biogas sludge of Bali cattle feces contained nutrients such as N, P, K, Na, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn and organic C. The organic C nutrient was the highest (42.64%). It also proves that the biogas digester process can reduce the total bacteria up to 1.49% ($P>0.05$) and decrease the total of *Coliform* bacteria up to 38.2% ($P>0.05$). High nutrient content and drop in number of total pathogenic bacteria and *Coliform* bacteria could create the biogas sludge from Bali cattle feces that was environmentally safe and directly used as an organic fertilizer to substitute chemical fertilizers.

Keywords: *nutrient, pathogenic bacteria, biogas sludge, Bali cattle*

ABSTRAK

Pengolahan feses menjadi biogas merupakan salah satu cara untuk mengurangi permasalahan limbah sapi. Feses sapi Bali apabila tidak dimanfaatkan akan menyebabkan pencemaran lingkungan dan meningkatkan resiko penularan penyakit. Penelitian ini bertujuan mengetahui kandungan unsur hara dan kandungan bakteri patogenik dalam lumpur buangan biogas feses sapi Bali. Penelitian dilakukan pada Januari sampai September 2014. Materi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu substrat dan lumpur buangan biogas feses sapi Bali dari 10 instalasi biogas milik peternak di Desa Setanggor Kabupaten Lombok Tengah. Kandungan unsur hara dalam lumpur buangan biogas dianalisis dari contoh (sampel) menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom. Metode penghitungan jumlah koloni (*Plate Count*) pada media Nutrien Agar digunakan untuk mengetahui total koloni bakteri dan metode *Most Probable Number* (MPN) pada media Mc. Conkey Agar digunakan untuk mengetahui total bakteri *Coliform*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lumpur buangan biogas feses sapi Bali mengandung unsur hara N,P,K, Na, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn dan C organik. Kandungan C-organik tertinggi daripada unsur lainnya yaitu 42,64%. Penelitian ini juga membuktikan bahwa proses digester biogas dapat menurunkan total bakteri patogenik sebesar 1,49% ($P>0,05$) dan total bakteri *Coliform* sebesar 38,2% ($P>0,05$). Dengan kandungan unsur hara dan turunnya kandungan bakteri patogenik dan bakteri *Coliform*, maka lumpur hasil pengolahan biogas feses sapi Bali aman untuk lingkungan dan dapat digunakan sebagai pupuk organik pengganti pupuk kimia.

Kata kunci: *Unsur hara, bakteri patogenik, lumpur biogas, sapi Bali*

PENDAHULUAN

Sapi Bali merupakan bagian integral dari usahatani di pedesaan terutama di Nusa Tenggara Barat, dengan hasil sampingan utama berupa kotoran padat atau feses. Seekor sapi dapat menghasilkan kotoran padat rata-rata berkisar antara 4-6 ton per tahun atau sekitar 11-16 kg/hari (Yadav *et. al.*, 2013), yang bila tidak dimanfaatkan akan merugikan peternak dan lingkungannya. Tumpukan feses dapat menyebabkan pencemaran udara, meningkatnya populasi lalat, menurunnya kualitas lingkungan, menimbulkan penyakit pada ternak, peternak dan lingkungan sekitarnya (Hutchinson *et. al.*, 2005 dan Yadav *et. al.*, 2013), dan juga berkontribusi secara nyata terhadap perubahan atmosfer bumi akibat emisi gas CH₄ dan karbondioksida (Hansen *et. al.*, 2002).

Ternak ruminansia seperti sapi merupakan sumber penghasil gas metan (CH₄) baik yang berasal dari proses fermentasi rumen enterik maupun proses degradasi bahan organik dari kotoran ternak (Yamulki, 2005). Ternak ruminansia diperkirakan mampu menghasilkan gas metan sebanyak 250 sampai 500 liter/hari (Johnson dan Johnson, 1995; McGinn dan Beauchemina, 2012). Salah satu usaha yang dapat dilakukan untuk mengurangi dampak kerugian akibat produk sampingan ternak sapi yaitu dengan mengolah limbah menjadi produk yang lebih bermanfaat dan bernilai tinggi misalnya dengan mengolah feses menjadi biogas.

Pengolahan feses menjadi biogas menghasilkan produk sampingan berupa lumpur yang berpotensi sebagai bahan pakan ternak atau ikan (Mulyono, 2000 dan Junus, 2015) dan sebagai pupuk organik akibat perombakan bahan

organik secara anaerob menjadi biogas dan asam organik dengan berat molekul yang rendah (Putra

et. al., 2014). Pupuk organik tersebut kaya unsur N, P, unsur makro, dan mikro lainnya (Islam *et. al.*, 2010). Kualitas pupuk organik yang dihasilkan bergantung dari kandungan unsur haranya seperti N, P, dan K (Harlia *et. al.*, 2008 dan Hidayati *et. al.*, 2008). Dalam pengolahan feses menjadi biogas, kandungan bakteri patogenik dapat dikurangi jumlahnya sehingga mengurangi pencemaran air, udara dan tanah (Harlia *et. al.*, 2008 dan Tb. Benito *et. al.*, 2010). Bakteri patogenik merupakan salah satu indikator pencemaran lingkungan oleh bakteri. Jenis bakteri patogenik yang umumnya terdapat dalam feses dan merupakan bakteri penghuni normal saluran pencernaan manusia dan hewan yaitu bakteri jenis *Coliform* (Hidayati *et. al.*, 2010b). Pengolahan biogas dari feses telah banyak dilakukan oleh peternak sapi Bali di Nusa Tenggara Barat. Namun, penelitian tentang lumpur buangan biogas pada sapi Bali belum banyak dilaporkan. Penelitian bertujuan mengetahui kandungan unsur hara dan bakteri patogenik dalam lumpur buangan biogas feses sapi Bali.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan pada Januari sampai dengan September 2014. Analisis kandungan unsur hara dilakukan di Laboratorium Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Nusa Tenggara Barat (terakreditasi KAN LP-394-IDN) dan kandungan bakteri patogenik dilakukan di Laboratorium Fakultas MIPA Universitas Mataram.

Materi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu substrat dan lumpur buangan biogas feses sapi Bali. Materi penelitian berasal dari 10 instalasi biogas yang dimiliki 10 orang peternak yang menggunakan instalasi biogas untuk pengolahan limbah ternak di Desa Setanggor, Kabupaten Lombok Tengah. Sampel dikelompokkan ke dalam dua jenis yaitu (i) jenis

pertama, berupa campuran feses segar dan air (substrat), dan (ii) jenis kedua, berupa lumpur buangan biogas yang masih baru dengan konsistensi cair. Volume sampel substrat dan lumpur buangan biogas yang diambil masing-masing sebanyak 500 ml.

Analisis kandungan unsur hara hanya dilakukan pada contoh lumpur buangan biogas. Metode yang digunakan mengacu pada petunjuk teknis Balai Penelitian Tanah yaitu menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (Eviati dan Sulaeman, 2009). Sedangkan untuk mengetahui kandungan bakteri patogenik dan bakteri *Coliform* penelitian dilakukan pada substrat dan lumpur buangan biogas feses sapi Bali. Metode penghitungan jumlah koloni (*Plate Count*) pada media Nutrien Agar digunakan untuk mengetahui kandungan total bakteri patogenik dan metode Most Probable Number (MPN) pada media Mc. Conkey Agar digunakan untuk mengetahui total bakteri *Coliform* (Jutono *et. al.*, 1973).

Sedangkan peubah untuk pengamatan bakteri patogenik yaitu total bakteri dan total bakteri *Coliform*. Perlakuan dalam penelitian ini adalah campuran feses segar dan air (substrat) dan lumpur buangan biogas dengan 10 ulangan (10 instalasi biogas).

Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif dan uji *t-test* menggunakan *software* SPSS 17.0 untuk membandingkan antara substrat dan lumpur buangan biogas feses sapi Bali.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Unsur Hara Lumpur Buangan Biogas Feses Sapi Bali

Hasil analisis kandungan unsur hara makro dan mikro yang diperoleh pada lumpur buangan biogas dari feses sapi Bali tersaji dalam Tabel 1. Hasil unsur makro yang diperoleh pada

Tabel 1. Rata-rata kandungan unsur hara makro dan mikro yang diperoleh pada sampel lumpur buangan biogas feses sapi Bali

Unsur Makro	Jenis unsur hara	Kadar total
	N (%)	1,49
	P (%)	0,5
	K (%)	3,4
	C organik (%)	42,64
	Ca total (%)	0,09
	Mg total (%)	0,45
Unsur Mikro	Na (%)	0,16
	Fe total (ppm)	4106,04
	Mn (ppm)	922,86
	Cu (ppm)	35,88
	Zn (ppm)	71,76
C/N		28,62
pH		11,02
Kadar air (%)		88,31

Peubah yang diamati adalah kandungan unsur hara pada lumpur buangan biogas feses sapi Bali meliputi C/N, pH, kadar air, unsur makro N, P, K, Ca, Mg, C organik dan unsur mikro meliputi Na, Fe, Mn, Cu, dan Zn.

penelitian ini berbeda dari hasil penelitian sebelumnya oleh Hidayati *et. al.*, (2008) pada sapi perah dengan kandungan unsur hara makro N, P dan K berturut-turut adalah 0,82%; 0,2%; dan 0,82%. Namun demikian, unsur hara yang

diperoleh pada penelitian ini belum sesuai dengan standar yang ditetapkan oleh Kementerian Pertanian melalui Permentan no. 70 tahun 2011 yang mensyaratkan kandungan N, P dan K minimal sebesar 4%. Hal tersebut disebabkan peternak di Desa Setanggor hanya menggunakan feses sapi Bali sebagai substrat dengan rasio 50% feses dan 50% air dalam proses pembuatan biogas, sehingga mempengaruhi proses pembentukan biogas dan kualitas lumpur yang dihasilkan. Unsur N dan P dalam pembentukan biogas diperlukan untuk memperbanyak mikroorganisme. Kekurangan jumlah kedua unsur tersebut dalam proses pengomposan, dapat mengurangi proses perombakan bahan organik. Rasio feses dan air optimum yang memberikan pengaruh secara signifikan terhadap kadar P dan K adalah 60-80% (Marlina *et. al.*, 2010).

Unsur C organik pada lumpur buangan biogas feses sapi Bali yang diperoleh dalam penelitian ini sesuai dengan yang dipersyaratkan oleh Permentan no. 70 tahun 2011, yaitu minimal 15%. Hal tersebut menunjukkan bahwa lumpur buangan biogas sapi Bali mengandung sumber karbon tinggi yang dapat digunakan sebagai sumber energi oleh mikroorganisme. Reaksi pembakaran unsur karbon dan oksigen dapat dimanfaatkan sebagai energi oleh mikroorganisme, sedangkan unsur nitrogen yang terurai dimanfaatkan oleh mikroorganisme untuk membangun sel-sel mikroorganisme tersebut. Kandungan C organik merupakan salah satu indikator kualitas pupuk organik karena dapat memperbaiki sifat-sifat dan struktur tanah serta meningkatkan kapasitasnya dalam menyimpan air (Krisnawati dan Asnita, 2011). Produktivitas tanah sangat ditentukan oleh kandungan C organik (Purtomo *et. al.*, 2014). Apabila kadar C organik dalam tanah menurun maka tanah dapat dikategorikan sebagai tanah sakit (Las *et. al.*, 2006). Pemberian limbah biogas dapat meningkatkan kandungan C organik tanah hingga 3,27% (Utami *et. al.*, 2014).

Nilai kandungan unsur hara mikro Mangan (Mn) yang terdapat dalam lumpur buangan biogas feses sapi Bali memenuhi

persyaratan yang ditentukan dalam Permentan no. 70 tahun 2011, namun kandungan unsur hara mikro lainnya seperti Fe total dan Zn masih di bawah standar yang dipersyaratkan (Tabel 1). Kandungan berbagai unsur hara mikro dalam lumpur buangan biogas feses sapi Bali menunjukkan bahwa lumpur tersebut mengandung hampir semua unsur hara mikro yang dibutuhkan oleh tanaman. Unsur hara mikro umumnya berfungsi untuk memperbaiki sifat-sifat biologi, fisik dan kimia tanah, menjadi sumber nutrisi bagi tanaman (Abdurachman *et. al.*, 2008) serta berfungsi sebagai aktivator sistem enzim dalam proses pertumbuhan tanaman (Supartha *et. al.*, 2012). Lumpur biogas dapat dipisahkan menjadi pupuk organik padat dan pupuk organik cair serta dapat langsung digunakan sebagai pupuk tanaman seperti halnya pupuk kompos (Saputra *et. al.*, 2010 dan Vebriyanti *et. al.*, 2012).

Besarnya C/N lumpur buangan biogas pada penelitian ini yaitu 28,62. Sedangkan C/N yang dipersyaratkan pada Permentan no. 70 tahun 2011, antara 15-25. Hal tersebut diduga karena lumpur buangan biogas sapi Bali yang diambil sebagai sampel pada penelitian ini adalah lumpur yang masih baru dengan kadar air 88,31% dan pH yang tinggi (11,02), sehingga harus dikeringkan terlebih dahulu sebelum digunakan sebagai pupuk. Nilai C/N yang tinggi mengindikasikan bahwa kompos belum matang. Degradasi substrat menjadi senyawa organik sangat tergantung pada C/N (Hidayati *et. al.*, 2010a dan Marlina *et. al.*, 2013) sedangkan menurut Widodo *et. al.*, (2013) dan Krisnawati dan Asnita (2011) besaran C/N tergantung dari bahan yang digunakan. Kadar C/N tinggi akan menyebabkan berkurangnya aktivitas mikrobiologi, sehingga diperlukan waktu pengomposan yang lebih lama. Nilai C/N sebesar 25-30 merupakan nilai optimum yang digunakan mikroorganisme untuk memenuhi kebutuhan nutrisi dan menunjang aktivitasnya memproduksi biogas (Saputra *et. al.*, 2010).

Kandungan Bakteri Patogenik pada Lumpur Buangan Biogas Feses Sapi Bali

Total bakteri patogenik dalam substrat feses sapi Bali bila dibandingkan dengan lumpur buangan biogas menurun 1,49% (Tabel 2). Hasil yang didapatkan pada penelitian ini berbeda dari penelitian Hidayati *et. al.*, (2010b) pada sapi perah yang mencapai $13,27 \times 10^{12}$ CFU/ml dan meningkat hingga 45×10^{12} CFU/ml serta penelitian Harlia *et. al.*, (2008) yang dapat menurunkan total bakteri patogenik sampai 85,99%.

Tabel 2. Rata-rata kandungan bakteri pada lumpur buangan biogas feses sapi Bali

Sumber sampel	Total Bakteri Patogenik (CFU/ml) ¹	Total Bakteri <i>Coliform</i> (MPN/ml) ²
Substrat	$17,9 \times 10^5 \pm 8,8 \times 10^5$	$7,7 \times 10^3 \pm 6,3 \times 10^3$
Lumpur buangan	$17,6 \times 10^5 \pm 6,1 \times 10^5$	$4,8 \times 10^3 \pm 3,7 \times 10^3$
Persentase penurunan	1,49%	38,2%

Keterangan :

1 : *Colony Forming Unit*

2 : *Most Probable Number*

Hasil analisa statistik menunjukkan bahwa penurunan bakteri patogenik dari substrat menjadi lumpur biogas tidak berbeda nyata ($P > 0,05$). Hal tersebut diduga disebabkan jenis pakan yang diberikan pada ternak dan faktor-faktor biologis atau non biologis seperti nitrogen yang terkandung dalam proses pembentukan biogas kurang mencukupi. Unsur nitrogen dibutuhkan dalam jumlah yang cukup untuk membunuh bakteri patogenik dalam feses (Harlia *et. al.*, 2008).

Rata-rata penurunan total bakteri *Coliform* dari substrat menjadi lumpur buangan biogas pada penelitian ini sebesar 38,2% ($P > 0,05$) (Tabel 2). Persentase penurunan total bakteri *Coliform* lebih besar apabila dibandingkan dengan persentase penurunan total bakteri patogenik. Hal tersebut karena pada proses digester secara anaerob dapat memberikan kondisi yang tidak optimal untuk pertumbuhan bakteri *Coliform*, dimana suhu optimum untuk pertumbuhan bakteri *Coliform* adalah sekitar 37°C (Sayuti *et. al.*, 2005 dan Hidayati *et. al.*,

2010b). Pendapat senada dinyatakan oleh Marlina *et. al.*, (2014) bahwa suhu digester merupakan faktor yang berpengaruh terhadap pertumbuhan total bakteri. Suhu ideal digester anaerob adalah 55°C karena selain menghasilkan jumlah gas metan yang lebih banyak juga dapat membunuh bakteri patogenik (Kim *et. al.*, 2006 dan Vindis *et. al.*, 2009). Proses dalam digester dapat meminimalkan kemampuan hidup bakteri patogenik (Sahlstrom, 2003 dan Weiland, 2010).

KESIMPULAN

Lumpur buangan biogas feses sapi Bali secara umum mengandung sebagian besar unsur hara makro dan mikro dengan kandungan tertinggi pada unsur C organik. Total bakteri patogenik dan bakteri *Coliform* dalam lumpur buangan biogas feses sapi Bali mengalami penurunan. Secara statistik penurunan total bakteri dan bakteri *Coliform* dari substrat menjadi lumpur buangan biogas tidak berbeda nyata, akan tetapi lumpur buangan biogas feses sapi Bali dapat digunakan sebagai pupuk organik yang ramah lingkungan dan dapat dikembangkan lebih lanjut sebagai pengganti pupuk kimia.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Program MP3MI Badan Penelitian dan Pengembangan Kementerian Pertanian, seluruh peternak kooperator di Desa Setanggor Lombok Tengah, tenaga laboran, reviewer dan semua pihak yang berperan memberikan bantuan dana, tenaga, masukan dan saran sehingga tulisan ini dapat diterbitkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurachman, A., A. Dariah, dan A. Mulyani. 2008. Strategi dan teknologi pengelolaan lahan kering mendukung pengadaan pangan nasional. *Jurnal Litbang Pertanian* 27(2): 44-49.
- Eviati dan Sulaeman. 2009. Petunjuk teknis analisis kimia tanah, tanaman, air dan pupuk. Edisi 2. Balai Penelitian Tanah. pp.184-202.
- Hansen, N. Martin, Sommer, G. Sven, dan K. Henriksen. 2002. Methane emissions from livestock manure-effect of storage conditions and climate. *Journal Plant Production* 81: 45-53.
- Harlia, E., Y. Astuti, dan D. Suryanto. 2008. Pengaruh fermentasi anaerob berbagai limbah ternak terhadap jumlah total bakteri dan *Coliform* dalam sludge hasil sampingan pembuatan gasbio. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner*. pp.843-846.
- Hidayati, Y. A., E. Harlia, dan E. T. Marlina. 2008. Analisis kandungan N, P dan K pada lumpur hasil ikutan gasbio (sludge) yang terbuat dari feses sapi perah. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner*. pp.271-275.
- Hidayati, Y. A., E. T. Marlina, A. K. Tb. Benito, dan E. Harlia. 2010a. Pengaruh campuran feses sapi potong dan feses kuda pada proses pengomposan terhadap kualitas kompos. *Jurnal Ilmiah Ilmu-ilmu Peternakan* 13(6): 299-303.
- Hidayati, Y.A., E. Harlia, dan E.T. Marlina. 2010b. Deteksi jumlah bakteri total dan *Coliform* pada lumpur hasil ikutan pembentukan gasbio dari feses sapi perah. *Jurnal Ilmu Ternak* 10(1): 17-20.
- Hutchinson, M. L., L. D. Walters, S. M. Avery, F. Munro dan A. Moore. 2005. Analysis of livestock production, waste st applied and Environmental Microbiology 71(3): 1231-1236.
- Islam, M. R., S. M. E. Rahman, M. M. Rahman, D. W. Oh, dan C. S. Ra. 2010. The effect of bio gas slurry on the production and quality of maize fodder. *Turk. J. Agric. For* 34:91-99.
- Johnson, K. A. dan D. E. Johnson. 1995. Methane emissions from cattle. *Journal of Animal Science* 73: 2483-2492.
- Junus, M. 2015. Pengaruh cairan lumpur organik unit gasbio terhadap persentase kandungan bahan organik dan protein kasar padatan lumpur organik unit gasbio. *Jurnal Ilmu-ilmu Peternakan* 25(1): 35-41.
- Jutono, J. Soedarsono, S. Hartiadi, S. Kabirun, D. Suhadi, dan D. Soesanto. 1973. Pedoman mikrobiologi umum untuk perguruan tinggi. Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada.
- Kim, J. K., B. R. Oh, Y.N. Chun, dan S.W. Kim. 2006. Effect of temperature and hydraulic retention time on anaerobic digestion of food waste. *Journal of Bioscience and Bioengineering* 102(4):328-332.

- Krismawati, A. dan R. Asnita. 2011. Pupuk organik dari limbah organik sampah rumah tangga. Sinar Tani Edisi 3-9 Agustus 2011 No.3417 Tahun XLI. pp. 2-11.
- Las, I., K. Subagyo, dan A.P. Setiyanto. 2006. Isu dan pengelolaan lingkungan dalam revitalisasi pertanian. Jurnal Litbang Pertanian 25(3): 106-114.
- Marlina, E. T., Y. A. Hidayati, dan A. K. Benito. 2010. Kualitas sludge hasil ikutan proses pembuatan biogas dari feses sapi perah dengan berbagai kadar air. Jurnal Ilmiah Ilmu-ilmu Peternakan 13(6): 304-308.
- Marlina, E. T., Y. A. Hidayati, A. K. Tb Benito, dan W. Juanda. 2013. Analisis kualitas kompos dari sludge biogas feses kerbau. Jurnal Ilmu Ternak 13(1):31-34.
- Marlina, E. T., E. Harlia, dan Y. A. Hidayati. 2014. Reduksi bakteri koliform melalui proses biogas (skala laboratorium) campuran feses sapi potong dengan serbuk gergaji. www.pustaka.unpad.ac.id. Akses 14 Sept 2014.
- McGinn, S. M. dan K. A. Beauchemina. 2012. Dairy farm methane emissions using a dispersion model. Journal Environ Qual. 41(1):73-79.
- Mulyono, D. 2000. Pemanfaatan kotoran ternak sebagai sumber energy alternative dan peningkatan sanitasi lingkungan. Jurnal Teknologi Lingkungan 1(1): 27-32.
- Peraturan Menteri Pertanian Nomor 70/Permentan/SR.140/10/2011 tentang Pupuk Organik, Pupuk Hayati dan Pembenah Tanah.
- Purtomo, T., S. Mujanah, dan T. W. P. Susanti. 2014. Pengaruh penggunaan pupuk organik hayati terhadap sifat kimia tanah pertanian di Kecamatan Pare kabupaten Kediri. Jurnal Agroknow 2(1):51-58.
- Putra, D. P., B. Susilo, W. A. Nugroho, dan A. M. Ahmad. 2014. Analisis financial pengolahan limbah biogas menjadi pellet ikan dan pupuk cair organik. Jurnal Keteknikaan Pertanian Tropis dan Biosistem 2(1): 53-64.
- Sahlstrom, L. 2003. A review of survival of pathogenic bacteria in organic waste used in biogas plants. Journal Bioresource Technology 87(2): 161-166.
- Saputra, T., S. Triatmojo, dan A. Pertiwiningrum. 2010. Produksi biogas dari campuran feses sapi dan ampas tebu (Bagasse) dengan C/N yang berbeda. Buletin Peternakan 34(2): 114-122.
- Sayuti, I., S. Wulandari, dan S. Fatimah. 2005. Bakteri enterik dalam minuman jamu gendong di kota Pekanbaru. Jurnal Biogenesis 2(1): 16-19.
- Supartha, I. N. Y., G. Wijana, dan G. M. Adnyana. 2012. Aplikasi jenis pupuk organik pada tanaman padi sistem pertanian organik. E-jurnal Agroekologi Tropika 1(2): 98-106.
- Tb. Benito, A. K., Y. A. Hidayati, U.D. Rusdi, dan E. T. Marlina. 2010. Deteksi jumlah bakteri total dan *Coliform* pada sludge dari proses pembentukan biogas campuran feses sapi potong dan feses kuda. Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Peternakan 13(5): 269-272.
- Utami, S.W., B. H. Sunarminto, dan E. Hanudin. 2014. Pengaruh limbah biogas sapi terhadap ketersediaan hara makro-mikro inceptisol. Jurnal Tanah dan Air 11(1): 12-21.
- Vebriyanti, E., E. Purwanti, dan Apriman. 2012. Pengaruh penambahan bahan organik dalam pembuatan pupuk organik padat sludge biogas feses sapi perah terhadap kandungan N, P, dan K. Jurnal Peternakan Indonesia 14(1): 270-278.

- Vindis, P., B. Mursec, M. Janzekovic, dan F. Cus. 2009. The impact of mesophilic and thermophilic anaerobic digestion on biogas production. *Journal of Achievements in Material and Manufacturing Engineering* 36(2): 192-198.
- Weiland, P. 2010. Biogas production: current state and perspective. *Journal Applied Microbiology and Biotechnology* 85(4): 849-860.
- Widodo, T. W., A. Asari, N. Ana, dan R. Elita. 2006. Rekayasa dan pengujian reaktor biogas skala kelompok tani ternak. *Jurnal Enjineri Pertanian IV(1):41-52.*
- Yadav, A., R. Gupta, dan V.K. Garg. 2013. Organic manure production from cow dung and biogas slurry by vermicomposting under field conditions. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture* 2(21): 2-7.
- Yamulki, S. 2005. Effect of straw addition on nitrous oxide and methane emissions from stored farmyard manures. *Journal Agriculture, Ecosystems and Environment* 112:140–145.