

**ANALISIS PRODUKSI BIOGAS DARI CAMPURAN TINJA SAPI
DAN DAUN LAMTORO (*Leucaena leucocephala*)**

**Oleh
SARI LIDYAKUSUMA**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**INDRALAYA
2011**

23103 / 23730

**ANALISIS PRODUKSI BIOGAS DARI CAMPURAN TINJA SAPI
DAN DAUN LAMTORO (*Leucaena leucocephala*)**



Oleh
SARI LIDYAKUSUMA

S
662807
Sari
a
2011



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**INDRALAYA
2011**

**ANALISIS PRODUKSI BIOGAS DARI CAMPURAN TINJA SAPI
DAN DAUN LAMTORO (*Leucaena leucocephala*)**

**Oleh
SARI LIDYAKUSUMA**

**SKRIPSI
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknologi Pertanian**

**pada
PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN
JURUSAN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**INDRALAYA
2011**

Skripsi
ANALISIS PRODUKSI BIOGAS DARI CAMPURAN TINJA SAPI
DAN DAUN LAMTORO (*Leucaena leucocephala*)

Oleh
SARI LIDYAKUSUMA
05053106032

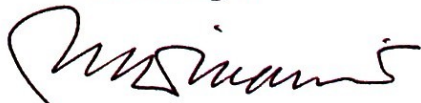
telah diterima sebagai salah satu syarat
untuk meraih gelar sarjana
Sarjana Teknologi Pertanian

Pembimbing I



Prof. Dr. Ir. Amin Rejo, M.P.

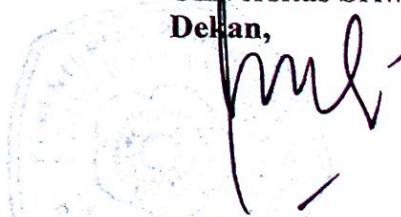
Pembimbing II



Ir. R. Mursidi, M.Si.

Indralaya, Agustus 2011

Fakultas Pertanian
Universitas Sriwijaya
Dekan,



Prof. Dr. Ir. Imron Zahri, M.S.
NIP. 19521028 197503 1001

Skripsi berjudul “Analisis Produksi Biogas dari Campuran Tinja Sapi dan Daun Lamtoro (*Leucaena leucocephala*)” oleh Sari Lidyakusuma telah dipertahankan di depan Komisi Penguji pada tanggal 03 Agustus 2011.

Komisi Penguji

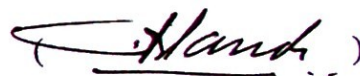
1. Ir. Tri Tunggal, M.Agr

Ketua



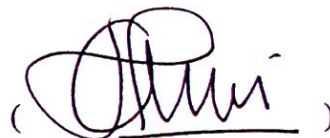
2. Ir. K.H. Iskandar, M.Si

Anggota



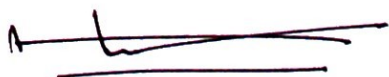
3. Ir. Parwiyanti, M.P

Anggota



Indralaya, 5 Agustus 2011

Mengetahui,
Ketua Jurusan



Dr. Ir. Hersyamsi, M.Agr.
NIP. 19600802 198703 1 004

Mengesahkan,
Ketua Program Studi,



Hilda Agustina, S.TP. M.Si.
NIP. 19770823 200212 2 001

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa seluruh data dan informasi yang disajikan dalam skripsi ini, kecuali yang disebutkan dengan jelas sumbernya adalah hasil penelitian dan investigasi saya sendiri dan dosen pembimbing serta belum pernah atau tidak sedang diajukan sebagai syarat untuk memperoleh gelar kesarjanaan lain atau gelar yang sama di tempat lain.

Indralaya, Agustus 2011
yang membuat pernyataan,

Sari Lidyakusuma

RIWAYAT HIDUP

SARI LIDYAKUSUMA. Dilahirkan di Palembang pada tanggal 04 Januari 1987, anak ke-2 dari empat bersaudara dari pasangan orang tua Ir. Syafri Lamizar, M.Si dan Dra. Liam Zeti (alm).

Pendidikan sekolah dasar selesai pada tahun 1999 di SD YSP Pusri Palembang, pada tahun 2001 menyelesaikan pendidikan menengah pertama di SLTP Negeri 53 Palembang dan menyelesaikan pendidikan menengah umum di SMU Negeri 16 Palembang pada tahun 2004. Penulis terdaftar sebagai Mahasiswa Fakultas Pertanian Jurusan Teknologi Pertanian, Program Studi Teknik Pertanian, Universitas Sriwijaya pada tahun 2005 melalui jalur Seleksi Penerimaan Mahasiswa Baru (SPMB).

Selain aktif dalam proses belajar mengajar, penulis juga aktif mengikuti organisasi intra kampus sebagai:

1. Bendahara Umum Himpunan Mahasiswa Teknologi Pertanian (HIMATETA) Fakultas Pertanian pada tahun 2007 sampai 2008.
2. Staf Departemen Ekonomi Badan Eksekutif Mahasiswa (BEM) UNSRI pada tahun 2007 sampai 2009.
3. Redaktur Artistik majalah FanZ Badan Eksekutif Mahasiswa (BEM) UNSRI pada tahun 2008 sampai 2009.
4. Anggota Jaringan Mahasiswa Anti Korupsi (JARKOM) UNSRI pada tahun 2008 sampai 2010.
5. Asisten Praktikum; Rancangan Percobaan, Pengantar Teknologi Pertanian, dan Alat dan Mesin Pascapanen Pertanian.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobbil'alamin.

Puji syukur kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul **“Analisis Produksi Biogas Dari Campuran Tinja Sapi Dan Daun Lamtoro (*Leucaena leucocephala*)”**. Shalawat dan salam kepada nabi Muhammad SAW. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknologi Pertanian di Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas doa dan bantuan yang telah diberikan kepada :

1. Dekan Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.
2. Ketua dan Sekretaris Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya.
3. Ketua Program Studi Teknik Pertanian dan Ketua Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya.
4. Prof. Dr. Ir. Amin Rejo, M.P. Selaku Pembimbing I yang dengan sabar memberikan bimbingan, arahan, dan masukan yang membangun kepada penulis.
5. Ir. R. Mursidi, M.Si. Selaku Pembimbing II yang dengan sabar memberikan bimbingan, arahan, dan masukan yang membangun kepada penulis.
6. Ir. Tri Tunggal, M.Agr. Selaku Dosen Penguji yang telah memberi masukan dan arahan untuk penulisan skripsi yang lebih baik.

7. Ir. K.H. Iskandar, M.Si. Selaku Dosen Penguji yang telah memberi masukan dan arahan untuk penulisan skripsi yang lebih baik.
8. Ir. Parwiyanti, M.P. Selaku Dosen Penguji yang telah memberi masukan dan arahan untuk penulisan skripsi yang lebih baik.
9. Dosen-dosen di Teknologi Pertanian terutama kepada: Ir. Rahmad Hari Purnomo, M.Si, Ir. Endo Argo Kuncoro, M.Agr, Ir. Tri Tunggal, M.Agr, dan Farry Apriliano H., S.Tp. M.Si yang selalu bersedia memberikan masukan terhadap penelitian ini.
10. Staf – staf di Jurusan Tekper (Kak Is, Bang Jhon, Yuk Ana, Hendra, dan Staf Laboratorium Jurusan Tekper (Mbak Hapsa, Mbak Lisma dan Tika).
11. Orang tuaku tersayang: Papaku (Ir. Syafri Lamizar, M.Si), Mamaku (Tri Widiastuti BBA), Ibuku (Dra. Liam Zeti. (alm)), dan Saudara-saudaraku tersayang: Abang Rian Noviar, Lisa Fismaniar, Muhammad Reza Ferdinand dan Ratih Ayu Wulandari. Hanya Allah yang mampu membalas kebaikan dan kasih sayang kalian.
12. Keluargaku di Jakarta, Lampung dan Lahat; Amak (Hj. Liama), Ayah (H. Munir. (alm)) atas semua doa, nasehat dan dukungannya.
13. Sahabat-sahabatku (SD, SMP, SMU, UNSRI) yang selalu setia mendengarkan semua warna cerita hidupku.
14. Rekan-rekan seperjuangan di TP'05. Semua cerita yang kumiliki tentang kalian adalah harta yang terindah.

15. Saudariku di kampus (Dian Pratiwi, Reni Septasari, Ratih Widiанти, Yesi Efriani) terkhusus kepada Apri Puji Kurniawati, Endang Efriani, Klara Dewi, dan Risa Elita yang selalu ada dan membesarkan hatiku.
16. Senioriku TP'01, TP'02, TP'03, TP'04 dan Junioriku TP'06, TP'07, TP'08, TP'09, TP'10 yang menghibur dan membantu terutama pengurus HIMATETA yang mau berbagi sekretariatnya.
17. Brenk-brenk di TP (Bang Jhon, Kak Ruli, Kak Rizani, Kak Mukhlis, Aidil, Ari, Andika, Azli, Hesty, Udin, Habibi, Debby) atas bantuannya, Robby buat kompornya, Julian buat gambarnya.
18. Mas Imam pemilik kantin, Ibu-ibu penjaga kantin dan ibu di cinde yang selalu baik dan memberi semangat.

SUMMARY

SARI LIDYAKUSUMA. The Analysis of Biogas Production from the Mixture Cow Manure and Lamtoro leaves (*Leucaena Leucocephala*) (Supervised by **AMIN REJO** and **R. MURSIDI**).

The research was conducted from Desember 2010 to Mei 2011 at Agricultural Engineering Workshop, Agricultural Technology Department, Faculty of Agriculture, Sriwijaya University, Indralaya. The research objective was to determine the technical characteristics of biogas production from the mixture of cow manure and lamtoro leaves. The research used tabulation method that consisted of four treatments. The observed parameters were gas pressure, gas volume, gas weight, rate of gas production, time consumed to boil water as much as 500 ml, pH, C/N ratio, total water content in the reactor, total bacterial. They were A_0 : 8 kg of cow manure + 12 kg of water (control), A_1 : 8 kg of cow manure + 1.5 kg of lamtoro leaves + 12 kg of water, A_2 : 8 kg of cow manure + 3 kg of lamtoro leaves + 12 kg of water, A_3 : 16 kg of cow manure + 1.5 kg of lamtoro leaves + 12 kg of water.

The main technical characteristic of biogas was gas weight. The composition of the mixture to produce the highest weight of biogas is comprised of 8 kg of cow manure, 1.5 kg of lamtoro leaves and 12 kg of water, gas produced reaches 0.0258 kg. The composition of materials that use more leaves lamtoro (A_2 : 8 kg of cow manure + 3 kg of lamtoro leaves + 12 kg of water), and the composition of cow manure uses more (A_3 : 16 kg cow manure + 1.5 kg lamtoro leaves + 12 kg of water). result in lower gas acquisition, were subsequently 0.0078 kg and 0.00728 kg.

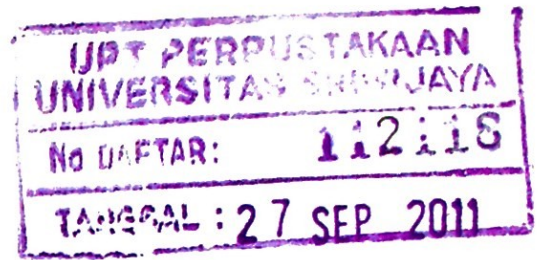
RINGKASAN

SARI LIDYAKUSUMA. Analisis Produksi Biogas dari Campuran Tinja Sapi dan Daun Lamtoro (*Leucaena Leucocephala*) (Dibimbing oleh **AMIN REJO** dan **R. MURSIDI**).

Penelitian dilaksanakan dari bulan Desember 2010 sampai Mei 2011 di Bengkel Teknik Pertanian, Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya, Indralaya. Tujuan penelitian adalah untuk penelitian produksi biogas dari campuran tinja sapi dan daun lamtoro segar.

Penelitian ini menggunakan metode tabulasi yang terdiri dari empat perlakuan. Parameter yang diamati antara lain tekanan gas, volume gas, berat gas, laju pembentukan gas, lama pemasakan air (500 ml), pH, rasio C / N, kadar air total dalam reaktor, total bakteri. Keempat perlakuan dalam penelitian ini, antara lain A₀ : 8 kg tinja sapi + 12 kg air (kontrol), A₁ : 8 kg tinja sapi + 1,5 kg air + 12 kg daun lamtoro, A₂ : 8 kg tinja sapi + 3 kg daun lamtoro + 12 kg air, A₃ : 16 kg tinja sapi + 1,5 kg daun lamtoro + 12 kg air.

Karakteristik teknis utama dari pembentukan biogas adalah berat gas. Komposisi campuran bahan untuk menghasilkan berat biogas tertinggi adalah terdiri dari 8 kg tinja sapi, 1,5 kg daun lamtoro dan 12 kg air, gas yang dihasilkan mencapai 0,0258 kg. Komposisi bahan yang menggunakan lebih banyak daun lamtoro (A₂: 8 kg tinja sapi + 3 kg daun lamtoro + 12 kg air), dan komposisi bahan yang menggunakan tinja sapi lebih banyak (A₃ : 16 kg tinja sapi + 1,5 kg daun lamtoro + 12 kg air). menghasilkan perolehan gas lebih rendah, yaitu secara berturut-turut 0,0078 kg dan 0,00728 kg.



DAFTAR ISI

Halaman

KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan.....	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
A. Biogas.....	5
B. Proses Pembentukan Biogas	7
1. Tahap Hidrolisis	8
2. Tahap Fermentasi	8
3. Tahap Metanogenik (Pembentukan Gas Metan).....	8
C. Tinja Sapi	10
D. Lamtoro (<i>Leucaena leucocephala</i>)	13
E. Faktor-faktor yang Berpengaruh pada Pembentukan Biogas.....	14
1. Temperatur	14
2. Ketersediaan Unsur Hara	15
3. Derajat Keasaman (pH).....	15
4. Rasio C/N	16

	Halaman
5. Kandungan Padatan	17
6. Lama Proses	17
F. Tipe Reaktor Biogas	18
1. Tipe <i>Batch</i>	18
2. Tipe Aliran Kontinyu	19
III. PELAKSANAAN PENELITIAN	23
A. Tempat dan Waktu	23
B. Alat dan Bahan	23
C. Metode Penelitian	23
D. Cara Kerja	24
1. Pengoperasian Reaktor Biogas	24
2. Pengoperasian Kompor	24
E. Parameter Pengamatan	25
1. Tekanan Gas	25
2. Volume Gas	25
3. Berat Gas	26
4. Laju Pembentukan Gas	26
5. Tingkat Keasaman (pH)	26
6. Rasio C/N	26
7. Total Bakteri	28
8. Kandungan Air Bahan Baku	28
9. Lama Pemasakan Air	29

	Halaman
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	30
A. Spesifikasi Instalasi Reaktor Biogas	30
B. Analisis Teknik	32
1. Tekanan Gas	32
2. Volume Gas	36
3. Berat Gas	38
4. Laju Pembentukan Biogas	39
5. pH (Tingkat Keasaman)	41
6. Rasio C/N	41
7. Jumlah Kandungan Air Bahan	43
8. Total Koloni Bakteri	45
9. Lama Pemasakan Air	46
V. KESIMPULAN DAN SARAN	48
A. Kesimpulan	48
B. Saran	48

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

	Halaman
1. Komposisi dan Persentase Jumlah Biogas yang Dihasilkan oleh Kotoran Ternak.....	2
2. Perbandingan Nilai Kalor Biogas dan Jenis Gas Lainnya.....	6
3. Kandungan Organik dalam Kotoran Sapi.	11
4. Hasil Kotoran dari Seekor Ternak Dewasa (kg/hari)	12
5. Unsur Hara yang Terkandung Dalam Daun Lamtoro	13
6. Rata-rata Tekanan Gas pada Masing-masing Pengujian.....	33
7. Volume Reaktor Kosong dan Volume Gas yang Dihasilkan	37
8. Massa Jenis Komposisi Kandungan Gas pada Biogas pada Umumnya	39
9. Nilai Rasio C/N dari Masing-masing Bahan Baku Reaktor	42
10. Rasio C/N dari Masing-masing Perlakuan	42
11. Persentase (%) Kadungan Air dan Padatan Bahan pada Masing-masing Perlakuan	44
12. Pengujian Lama Pemasakan Air (500ml).....	47

DAFTAR GAMBAR

Halaman

1. Tinja Sapi	10
2. Lamtoro (<i>Leucaena leucocephala</i>).....	13
3. Reaktor Tipe <i>Batch</i>	19
4. Reaktor Tipe <i>Fixed Dome</i>	21
5. Reaktor Tipe <i>Floating Drum</i>	22
6. Grafik Peningkatan Tekanan Gas sampai Hari Ke-21	32
7. Grafik Pola Pertambahan Tekanan gas per Hari	34
8. Grafik Volume Gas (liter) dalam 21 Hari	36
9. Hubungan Pengujian terhadap Berat Gas.....	38
10. Hubungan Pengujian terhadap Laju Pembentukan Biogas	40
11. Persentase Kandungan Air Bahan pada Masing-masing Perlakuan	43
12. Hubungan Total Bakteri pada Masing-masing Pengujian	45

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. Tahap pembentukan biogas	53
2. Diagram alir penelitian	54
3. Gambar reaktor biogas tampak atas dan samping	55
4. Gambar reaktor biogas tampak dalam	56
5. Gambar reaktor biogas dan penampung gas	57
6. Gambar reaktor dan Penampung Gas	58
7. Gambar api biogas	59
8. Daftar tabel total tekanan gas, tekanan gas per hari, volume gas, berat gas, laju pembentukan gas, pengujian lama pemasakan air (500ml), total bakteri bahan baku, kandungan air bahan baku	60
9. Teladan perhitungan volume gas, berat gas, laju pembentukan gas, kandungan air bahan baku	64

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Permasalahan di bidang energi yang terjadi saat ini disebabkan oleh kenaikan harga minyak dunia yang tinggi dan kurangnya pasokan minyak untuk memenuhi kebutuhan di Indonesia, sehingga pemerintah menaikkan harga bahan bakar minyak (BBM). Anggaran yang ditetapkan pemerintah dalam APBN untuk pembelian minyak ternyata jauh lebih kecil dibandingkan harga minyak dunia sehingga pemerintah mengurangi subsidi bahan bakar minyak rakyat (Simamora *et al.*, 2006). Kondisi tersebut telah mendorong pemerintah untuk mengajak masyarakat mengatasi masalah energi bersama-sama. Untuk itu perlu disosialisasikan penggunaan energi alternatif yang dapat dimanfaatkan masyarakat (Darsono, 2007).

Dampak dari pembakaran BBM ke lingkungan juga menjadi faktor pendorong pencarian dan pengembangan energi alternatif non BBM. Dalam kondisi ini, pencarian, pengembangan dan penyebaran teknologi energi non BBM yang ramah lingkungan menjadi penting, terutama ditujukan pada kalangan miskin sebagai golongan yang paling terkena dampak dari kenaikan harga BBM (Indarto, 2005). Salah satu energi alternatif yang dapat dimanfaatkan oleh masyarakat adalah biogas (Darsono, 2007). Biogas dianggap layak dilihat dari segi teknis, ekonomi, dan lingkungan. Selain itu biogas merupakan energi alternatif yang ramah lingkungan dan terbarukan (Rachman, 2009). Menurut Saputro (2006), energi biogas berfungsi sebagai energi pengganti bahan bakar fosil sehingga akan menurunkan gas rumah kaca di atmosfer dan emisi lainnya.

Biogas merupakan produk akhir berupa gas dari proses penguraian bahan-bahan organik oleh bakteri-bakteri anaerobik dalam lingkungan relatif sedikit oksigen atau dalam kondisi anaerob (Soerawidjaja, 2006). Widodo (2009) juga menyatakan bahwa biogas merupakan campuran gas yang dihasilkan oleh bakteri metanogenik yang terjadi pada material-material yang terurai secara alami dalam kondisi anaerob. Komposisi utama biogas pada umumnya adalah, Metana (CH_4) 55% sampai 75%, Karbon Dioksida (CO_2) 25% sampai 45%, Nitrogen (N_2) 0% sampai 0,3%, Hidrogen (H_2) 1% sampai 5%, Hidrogen Sulfida (H_2S) 0% sampai 3%, Oksigen (O_2) 0,5% sampai 1% (Wikipedia, 2009) dengan komposisi tersebut biogas adalah gas yang mudah terbakar (*flammable*) (Drapcho *et al.*, 2008). Persentase komposisi biogas menurut Harahap (1980) ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi dan persentase jumlah biogas yang dihasilkan oleh kotoran ternak

Jenis Gas	Jumlah
Methan (CH_4)	65,7 %
Karbondioksida (CO_2)	27,0 %
Nitrogen (N_2)	2,3 %
Karbon Monoksida (CO)	0,0 %
Oksigen (O_2)	1,0 %
Propan (C_3H_8)	0,7 %
Hidrogen Sulfida (H_2S)	Tak terukur
Nilai Kalor	6513 kkal/m ³
Total Grafitasi Jenis (Udara= 1 jenis)	0,838

Sumber : Harahap, 1980

Unsur karbon (C) dari bahan organik yaitu dalam bentuk karbohidrat dan nitrogen (N) dalam bentuk protein, asam nitrat, amoniak dan lain-lain merupakan makanan pokok bagi bakteri anaerobik. Unsur karbon digunakan sebagai sumber



energi bagi bakteri dan unsur nitrogen digunakan untuk membangun struktur sel tubuh bakteri (Sutomo, 2010).

Lamtoro (*Leucaena leucocephala*) atau daun petai cina merupakan tanaman peneduh yang biasa ditanam di area perkebunan. Daun-daun dan ranting muda lamtoro merupakan pakan ternak dan sumber protein yang baik, khususnya bagi ruminansia. Daun-daun ini memiliki tingkat ketercernaan 60% hingga 70% pada ruminansia. Pada daun dan biji lamtoro terkandung nimosin yaitu sejenis asam amino hingga sebesar 4% berat kering, selain itu secara umum daun lamtoro mengandung nitrogen (Drapcho *et al.*, 2008). Untuk mencapai keberhasilan dalam proses pembuatan biogas diperlukan ketelitian untuk memberikan lingkungan yang optimal bagi pembentukan gas metan. Hal tersebut dapat dilakukan dengan pengontrolan terhadap berbagai aspek, seperti tingkat keasaman, kandungan dalam kotoran sapi (rasio C/N), temperatur, hingga kadar air. Selain itu, reaktor yang digunakan harus memenuhi syarat dan kapasitasnya sesuai dengan jumlah kotoran sapi sebagai input (Anonim, 2009).

Analisis yang dilakukan dalam penelitian ini untuk mengetahui pengaruh penambahan daun lamtoro dalam meningkatkan produksi biogas. Komposisi campuran bahan pembuatan biogasnya adalah tinja sapi, daun lamtoro segar dan air, dengan berbagai perbandingan komposisi campuran, sehingga dapat diketahui perbandingan komposisi campuran bahan isian yang baik untuk memperoleh biogas yang optimum.

B. Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mengamati karakteristik teknis produksi biogas tinja sapi dengan tambahan bahan organik berupa daun tanaman lamtoro (*Leucaena leucocephala*).

DAFTAR PUSTAKA

- Amaru, K. 2004. Rancang Bangun dan Uji Kinerja Biodigester Plastik Polyethylene Skala Kecil. Skripsi. Program Studi Teknik Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran. Bandung. Jawa Barat. (<http://D:\My%20Documents/skripsi%20biogas.htm>. Diakses pada 04 Januari 2011). Online.
- Anonim. 2008. (http://www.petra.ac.id/science/applied_technology/biogas98/biogas2.htm. Diakses pada 04 Januari 2010). Online.
- Anonim. 2009a. Cara Mudah Membuat Digester Biogas. (www.kamase.org. Diakses pada 04 Januari 2010). Online.
- Anonim. 2009b. Prinsip Dasar Pembuatan Biogas Kotoran Sapi. (<http://sapikapukaji.wordpress.com/2009/03/31/35/>. Diakses pada 04 Januari 2010). Online.
- Anonim. 2010. Referensi Industri Kimia Indonesia. (<http://industri.kimia.com/foto/pressure-gauge>. Diakses pada 06 Juli 2010). Online.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemist). 2005. Official Method of AOAC International. Sixteenth Edition, 4th Revision, Volume II. Maryland : Association of Official Analytical Chemist.
- Baedhowie, M. dan S. Pranggonowati. 1982 Petunjuk Praktek Pengawasan Mutu Hasil Pertanian I. Depdikbud. Jakarta.
- Darsono, V. 2007. Pengolahan Limbah Cair Tahu Secara Anaerob. Jurnal Teknologi Industri, Vol. XI. No 1 Januari 2007. Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri. Universitas Atmajaya Yogyakarta.
- Drapcho, C.M., Nhuan, N.P, dan Walker, T.H. 2008. Biofuels Engineering Process Technology. McGraw-Hill. eBook. The McGraw-Hill Companies.
- FAO. 1978. China: Azolla Propagation and Small-Scale Biogas Technology. Roma. Italy.
- Hamni, A. 2008. Rancang Bangun dan Analisa Tekno Ekonomi Alat Biogas dari Kotoran Ternak Skala Rumah Tangga. Jurusan Teknik Mesin. Universitas Lampung. (<http://lemlit.unila.ac.id/file/arsip%20>. Diakses pada 04 Januari 2010). Online.
- Indarto, Y.S. 2005. Reaktor Biogas Skala Kecil/Menengah (Bagian Kedua). Artikel Iptek – Bidang Energi dan Sumber Daya Alam. Jakar

- KMPS (*Koch Modular Process Systems*). 2000. Pilot Plant Services Group. <http://www.pilot-plant.com/reactions.htm>. Diakses pada 02 Agustus 2011). Online.
- Liangiah, V and Rajasekaran, P. 1986. Biodegradation and Organic Wastes mixed with in Relation to Energy in Agricultural Wastes 17 (1986) : 161 – 173.
- Methane To Market India. Teknologi Options for Biogas. <http://www.methanetomarketsindia.com/1/agri.htm>. Diakses pada 11 Agustus 2011.
- Pambudi, A. N. 2008. Pemanfaatan Biogas Sebagai Energi Alternatif. Skripsi. Jurusan Teknik Mesin dan Industri. Fakultas Teknik. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. (<http://www.dikti.org/?q=node/99>. Diakses pada 04 Januari 2010). Online.
- Rachman, C. 2009. Petunjuk Pelaksanaan Kegiatan Pengelolaan Lingkungan (Pengembangan Biogas Limbah Ternak, Pengolahan Jarak Pagar, Dan Pengolahan Kompos) Direktorat Jenderal Pengolahan dan Pemasaran Hasil Pertanian 2009.
- Rajendran, D., A.K. Pattanaik S.A. Khan and S.P.S. Bedi. 2001. Iodine Supplementatioa of *Leucaena leucocephala* Diet for Goats. I. Effect on Nutrition Utilization. *Asian-Aust. J. Anim Sci.* (14) 6::785-790.
- Saputro, R.R dan Rr. Dewi Artanti Putri. 2006. Pembuatan Biogas dari Limbah Peternakan. Jurusan Teknik Kimia. Universitas Diponegoro.
- Setiawan, A.I. 2008. Memanfaatkan Kotoran Ternak Solusi Masalah Lingkungan dan Pemanfaatan energi alternative. edisi revisi. seri Agritekno. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Simamora, S. 2006. Membuat Biogas pengganti Bahan Bakar Minyak & Gas dari Kotoran Ternak. AgroMedia Pustaka. Jakarta
- Soerawidjaja, T. H. 2006. Potensi Sumber Daya Hayati Indonesia dalam Penyediaan Berbagai Bentuk Energi. Program Studi Teknik Kimia. (<http://www.dikti.org/biogas>. Diakses pada 04 Januari 2010). Online.
- Suhartati, F.M. 2005. Proteksi Protein Daun Lamtoro Menggunakan Tanin, Saponin, Minyak dan Pengaruhnya terhadap *Ruminal Undegradable Dietary Protein* (RUDP) dan Sintesis Protein Mikroba Rumen. *Jurnal Animal Production*, Vol. 7, No. 1, Januari 2005 : 52 – 58. Fakultas Peternakan Universitas Jenderal Soedirman. Purwokerto.

- Sutarno dan Firdaus, F. 2007. Analisis Prestasi Produksi Biogas (CH₄) dari Polyethilene biodigester berbahan baku limbah ternak sapi. *Logika*. Vol 4. No 1 Januari 2007. ISSN : 1410-2315. (data. dppm.uui.ac.id/jurnal/uploads/1040103.pdf). Diakses pada 07 juli 2011). Online.
- Sutomo, G.T. 2010. Kapasitas Produksi Biogas dari Campuran Kotoran Sapi dan Eceng Gondok. Skripsi Program Studi Teknik Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya. Indralaya.
- Syarif, M. 2009. Perancangan Alat Penangkap Gas Methan dari Sampah menjadi Biogas. Skripsi. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Malang.
- Wellinger A, & A. Lindeberg 1999. Biogas upgrading and utilization. *IEA Bioenergy Task 24: energy from biological conversion of organik wastes*. 18 p [http://www. IEA Bioenergy/Task 24.edu/pdf](http://www.IEA-Bioenergy/Task-24.edu/pdf). Diakses pada 14 September 2009). Online.
- Widodo, T.W dan A, Asari. 2009. Teori dan Konstruksi Instalasi Biogas. Balai Besar Pengembangan dan Mekanisasi Pertanian Badan Litbang Pertanian, Departemen Pertanian, Serpong.
- Wikipedia. 2009. Lamtoro. (<http://www.wikipedia.org>. Diakses pada 04 Januari 2010). Online.
- Wong, T.H. and A.D. Paulus, 1993. Evalution of five supports for black pepper. *The Pepper Industry Prob-lems and Prospects*. Univ. Pertanian Malaysia. 24 – 34.
- Yunus, M. 1991. Pengelolaan Limbah Peternakan. Universitas Brawijaya. Malang.