

# PENGARUH JUMLAH BAKTERI *METHANOBACTERIUM* DAN LAMA FERMENTASI TERHADAP PROPORSI GAS METANA (CH<sub>4</sub>) PADA PENGOLAHAN SAMPAH ORGANIK DI TPA SUWUNG DENPASAR

I. Putu Yudiandika<sup>1\*)</sup>, I Wayan Suarna<sup>2)</sup> dan I Made Sudarma<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>SMK Ilmu Komputer Ganesha Udayana

<sup>2)</sup>Fakultas Peternakan Universitas Udayana

<sup>3)</sup>Fakultas Pertanian Universitas Udayana

\*Email : yudiandikaputu@gmail.com

## ABSTRACT

A research has been conducted to find out the effect to the amount of methanobacterium bacteria and fermentation duration toward proportion of methana (CH<sub>4</sub>) at organic waste processing at TPA Suwung Denpasar. Methana gas produced from this organic waste will be processed become fuel of electric generation. From this study will be expected to get all methana gas that contained at the waste so that there is no methana gas loss to the atmosphere. This study was conducted by using 4 treatments that are without bacteria (B0), bacteria with number of population 10<sup>6</sup> CFU/ml (B1), bacteria with population of 10<sup>7</sup> CFU/ml (B2), and bacteria with population of 10<sup>8</sup> CFU/ml (B3). Each treatment conducted thrice (3) repeat. The four treatments conducted measurement of gas variable after fermentation during 0 week, 3 weeks, 5 weeks, 7 weeks and 9 weeks by uisng gas analyzer GA 2000 Geotech. Data from study result then analyzed by using complicated factorial design (RAL). From ANOVA analysis shows there was significant bacteria number and fermentation duration toward proportion or percentage of methana gas resulted. The longer fermentation time takes place, the bigger the proportion of the methane gas produced. However, the greater number of the bacteria population does not always produce bigger proportion of methane gas To find out the combination which could give best effect the researcher used Duncan test. The result of analysis from Duncan shows that combination at the ninth weeks by number of bacteria 10<sup>7</sup> CFU/ml giving best result that was percentage of methana gas is 55,10%.

Keywords: Methanobacterium, Fermentation duration, Organic waste, Methana, TPA Suwung.

## 1. PENDAHULUAN

Sampah adalah sisa kegiatan sehari-hari manusia dan/atau proses alam yang berbentuk padat (Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia, 2008). Jumlah atau volume sampah sebanding dengan tingkat konsumsi manusia terhadap barang atau material yang digunakan sehari-hari, sehingga pengelolaan sampah tidak terlepas dari pengelolaan gaya hidup masyarakat. Sampai saat ini permasalahan sampah belum tertangani dengan baik terutama di perkotaan. Sampah telah menjadi permasalahan nasional sehingga pengelolaannya perlu dilakukan secara komprehensif dan terpadu dari hulu sampai ke hilir agar dapat memberikan manfaat secara ekonomi, sehat bagi masyarakat, dan aman bagi lingkungan.

Peningkatan produksi sampah telah menimbulkan masalah pada lingkungan seiring dengan peningkatan jumlah penduduk perkotaan. Sementara itu, lahan tempat pemrosesan akhir (TPA) sampah juga semakin terbatas. Kondisi ini semakin memburuk manakala pengelolaan sampah di masing-masing daerah kurang efektif, efisien, dan

berwawasan lingkungan serta tidak terkoordinasi dengan baik. Permasalahan sampah merupakan permasalahan yang sangat sulit dan rumit khususnya di Kota Denpasar, baik dari segi pengumpulan, pengiriman dan pengelolaan sampah di TPA.

Tempat pemrosesan akhir Suwung merupakan TPA regional yang mencakup wilayah Denpasar, Badung, Gianyar, dan Tabanan (SARBAGITA). Tempat pemrosesan akhir Suwung terletak di Desa Pesanggaran, Kecamatan Denpasar Selatan, Kota Denpasar. Kondisi TPA Suwung saat ini memang sangat memprihatinkan dan sudah *over load*, salah satu penyebabnya adalah pengelolaan TPA kurang baik, minimnya kesadaran masyarakat dan keterlibatan komponen pemerintah daerah dalam mengelola sampah (Nawawi, 2003).

Dengan meningkatnya tumpukan sampah, maka perlu dipikirkan cara penanganannya. Salah satu cara yang dapat dilakukan yaitu menjadikan sampah memiliki nilai tambah yang bermanfaat. Nilai tambah ini bukan hanya untuk memperlambat laju eksploitasi sumber daya alam, seperti lewat konsep *Reuse, Recycle, and Recovery*, namun juga

pemanfaatan sampah dari produk proses pengolahan sampah itu sendiri (Nugroho, 2006).

Sampah apa pun jenis dan sifatnya, mengandung senyawa kimia yang sangat diperlukan manusia baik secara langsung maupun tidak langsung. Namun jika pengelolaan sampah dilakukan secara tidak benar maka sampah akan dapat mencemari lingkungan khususnya atmosfer karena sampah dapat memproduksi gas berbahaya seperti metana ( $\text{CH}_4$ ) dan karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) yang dapat menyebabkan pemanasan global. Jadi agar sampah menjadi bermanfaat, yang terpenting adalah bagaimana kita dapat menggunakan dan memanfaatkan sampah tersebut. Pemanfaatan sampah antara lain sebagai sumber pupuk organik, misalnya kompos yang sangat dibutuhkan oleh petani sebagai sumber humus. Papan komposit (komposit serbuk kayu plastik daur ulang), bahan baku dalam pembuatan bata (briket), serta manfaat lain yang bisa diambil dari sampah adalah bahan pembuat biogas (Dodik, 2012).

Di TPA Suwung, penggunaan sampah untuk penyediaan energi penggerak mesin pembangkit listrik sudah lama dicoba. Namun masih mengalami beberapa kendala diantaranya yaitu rendahnya gas metana ( $\text{CH}_4$ ) yang dihasilkan untuk dimanfaatkan menjadi sumber energi. Untuk mendapatkan kandungan gas  $\text{CH}_4$  yang terus meningkat dalam proses pengolahan sampah ditentukan oleh banyak faktor seperti temperatur, waktu fermentasi, jumlah bakteri (khususnya bakteri penghasil gas metana), katalisator, kadar air bahan, serta aerasi atau kandungan  $\text{O}_2$  dalam sampah (Nugroho, 2006). Atas dasar tersebut penelitian ini akan diteliti sebagian dari faktor tersebut yaitu pengaruh penambahan bakteri dan lamanya waktu fermentasi terhadap produksi gas  $\text{CH}_4$  pada sampah organik di TPA Suwung Denpasar.

## 2. METODOLOGI

Penelitian dilakukan di TPA Suwung Desa Suwung Kauh Kecamatan Denpasar Selatan, Kota Denpasar. Penelitian ini dilaksanakan selama tiga bulan yang dimulai bulan Mei sampai dengan bulan Juli 2014. Percobaan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 3 kali pengulangan. Adapun keempat perlakuan tersebut adalah  $B_0$  = tanpa bakteri *Methanobacterium*,  $B_1$  = dengan bakteri *Methanobacterium*  $10^6$  CFU/ml,  $B_2$  = dengan bakteri *Methanobacterium*  $10^7$  CFU/ml,  $B_3$  = dengan bakteri *Methanobacterium*  $10^8$  CFU/ml. Keempat perlakuan tersebut dilakukan pengukuran variabel gas setelah fermentasi 0 minggu, 3 minggu, 5 minggu, 7 minggu dan 9 minggu.

Adapun bahan pada penelitian ini adalah sampah organik dengan komposisi sampah sesuai

dengan komposisi yang ada pada TPA Suwung. Sampah yang digunakan adalah 100% sampah organik dengan komposisi 50% dedaunan dan rumput, 30% dari sampah pasar seperti sisa sayur dan buah-buahan dan 20% sampah rumah tangga seperti nasi dan sisa makanan. Bakteri *Methanobacterium* dengan jumlah populasi  $10^6$  CFU/ml,  $10^7$  CFU/ml,  $10^8$  CFU/ml. Ember sebagai degister dengan volume ember 20 L dan dapat menampung sampah sebanyak 10 kg.

Penelitian ini diawali dengan pemilahan sampah sesuai jenisnya, kemudian sampah organik dikumpulkan. Massa sampah yang akan diproses ditimbang sebanyak 5 kg kemudian ditempatkan pada ember degister yang sudah dipasang sampel poin (keran) yang berfungsi menyalurkan gas metana yang terbentuk dan memudahkan pada saat melakukan pengukuran gas. Sampah tersebut kemudian ditambahkan bakteri *Methanobacterium* sebanyak 160 ml yang sudah dicampur dengan 4 L air, 2 sendok makan urea dan 4 sendok makan gula pasir. Tumpukan sampah ditutup rapat agar terjadi proses anaerobik.

Analisis data hasil penelitian dengan menggunakan model statistika faktorial yang terdiri dari dua faktor dengan pola dasar RAL dengan faktor W (lama fermentasi) dan B (jumlah bakteri) adalah sebagai berikut:

$$Y_{ij} = \bar{y} + W_i + B_j + WB_{ij} + a_{ij} \quad (1)$$

Keterangan:

$Y_{ij}$  : nilai pengamatan (respon) dari kelompok/perlakuan ke-1 yang memperoleh taraf ke-i dari faktor W ( minggu ke nol sampai minggu ke 9) dan taraf ke-j dari faktor B (kontrol sampai jumlah bakteri  $10^8$ ).

$\bar{y}$  : nilai rata-rata yang sesungguhnya (nilai tengah populasi).

$W_i$  : pengamatan aditif ke-i dari faktor W

$B_j$  : pengamatan aditif ke-j dari faktor B

$a_{ij}$  : pengaruh galat percobaan pada kelompok ke-1 yang memperoleh kombinasi W (taraf ke-i dari faktor W dan taraf ke-j dari faktor B).

Untuk mengetahui kombinasi yang memberikan pengaruh terbesar dilakukan dengan menggunakan uji Duncan.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) sampah Suwung melayani pembuangan sampah dari wilayah Kabupaten Badung dan Kota Denpasar. Jumlah sampah yang terdata dan terangkut ke TPA sampah Suwung tahun 2011 sampai 2015 disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Volume/Jumlah Sampah Yang Terangkut Ke TPA Sampah Suwung (m<sup>3</sup>) tahun 2011-2015.

Bulan	Tahun				
	2011	2012	2013	2014	2015
Januari	80.146	88.872	96.712	108.135	106.118
Februari	69.048	84.892	87.805	99.954	99.086
Maret	73.075	88.418	95.405	100.448	107.239
April	73.558	84.315	92.248	96.324	106.138
Mei	75.946	83.365	95.753	106.730	100.756
Juni	72.957	82.369	93.766	105.495	107.230
Juli	78.589	85.359	102.099	105.078	109.314
Agustus	77.109	86.552	100.553	106.048	111.568
September	73.561	89.180	92.275	103.007	108.184
Oktober	78.008	86.729	103.903	103.974	112.268
November	79.960	82.903	102.175	104.469	110.467
Desember	86.248	83.987	109.614	108.086	115.968
<b>Jumlah</b>	<b>918.205</b>	<b>1.026.941</b>	<b>1.179.208</b>	<b>1.247.769</b>	<b>1.294.336</b>

Sumber : Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Denpasar (2015).

Berdasarkan komposisinya adapun sampah yang masuk ke TPA Suwung Denpasar dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Komposisi Sampah TPA Suwung Denpasar.

NO.	JENIS SAMPAH	JUMLAH	RATA RATA
1.	Sampah Organik	780,12 Kg	44,29 %
2.	Sampah Anorganik :		
	- Kertas	53,98 Kg	0,06 %
	- Kayu	43,5 Kg	8 %
	- Kain/Plastik	18 Kg	1,02 %
	- Plastik	368,2 Kg	21 %
	- Logam	6,39 Kg	0,36 %
	- Karet/Kulit Tiruan	14,5 Kg	1 %
	- Gelas/Kaca	6,43 Kg	0,36 %
	- Tanah, Batu Pasir	54 Kg	3,06 %
3.	Residu	256,16 Kg	14,54 %
<b>Jumlah</b>		<b>1061,28 Kg / 5,4 M<sup>3</sup></b>	<b>93,69 %</b>

Sumber : Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Denpasar (2015).

Berdasarkan data pada Tabel 1 jumlah sampah yang masuk ke TPA Suwung terus mengalami peningkatan tiap tahunnya. Sedangkan dilihat dari komposisinya sampah organik mencapai 44,29%. Melihat hal tersebut sangatlah potensial untuk dikembangkan menjadi salah satu sumber energi alternatif untuk menghasilkan listrik.

Pengolahan sampah organik menjadi listrik diawali dengan pemilahan sampah. Setelah sampah dipilah kemudian difermentasi selanjutnya dilakukan pengukuran persentase gas dengan menggunakan gas analiser tipe GA2000. Adapun hasil pengukuran proporsi gas metana yang dihasilkan pada berbagai waktu dan bakteri dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Proporsi Gas Metana (%) Pada Berbagai Waktu (Minggu) dan Bakteri (CFU/ml).

Bakteri		Waktu				
		W0	W3	W5	W7	W9
B0	I	0.1	5.6	18.1	20.3	21.8
	II	0	5.1	19.2	21.7	22.1
	III	0	6.2	18.3	21.3	22.4
B1	I	0	7.9	24.3	35.2	37.6
	II	0.1	8.3	26.2	35.2	38.2
	III	0.1	7.7	25.8	34.6	36.8
B2	I	0	9.3	30.2	50.4	56.7
	II	0	10.2	29.2	51.2	54.8
	III	0.1	10.6	28.6	49.8	53.8
B3	I	0	12.5	32.8	35.6	37.4
	II	0.1	12.3	31.6	34.7	36.8
	III	0	11.9	32.6	35.8	37.1

Data diatas selanjutnya dianalisis statistik. Berdasarkan analisis ANOVA didapat nilai signifikah 0,000 untuk interaksi waktu\*Bakteri yang dibandingkan dengan alpha ( $\alpha$ ) 5%, maka nilai signifikan lebih kecil dari alpha ( $0,000 < 0,05$ ) maka tolak H<sub>0</sub> artinya ada pengaruh interaksi antara faktor W (lama fermentasi) dan faktor B (jumlah bakteri terhadap proporsi gas CH<sub>4</sub>). Interkasi mana yang memberikan pengaruh dapat dilihat dengan menggunakan uji Duncan. Adapun hasil analisis proporsi gas metana pada berbagai bakteri dan waktu dengan menggunakan uji Duncan dapat dilihat pada Tabel 4.

Dari hasil analisis dapat dilihat bahwa semakin lama waktu fermentasi maka proporsi gas metana yang dihasilkan akan semakin banyak. Laju efektif dari peningkatan proporsi gas metana yang dihasilkan terjadi pada minggu ke tiga sampai dengan minggu ke lima yaitu terjadi peningkatan persentase

Tabel 4. Proporsi Gas Metana (%) Pada Berbagai Bakteri (CFU/ml) dan Waktu (Minggu) Menggunakan Uji Duncan.

Waktu fermentasi	Jumlah Bakteri				Rata-rata
	B0	B1	B2	B3	
W0	0,03 <sup>a</sup> A	0,07 <sup>a</sup> A	0,03 <sup>a</sup> A	0,03 <sup>a</sup> A	0,04 <sup>a</sup>
W3	5,63 <sup>b</sup> A	7,97 <sup>b</sup> B	10,03 <sup>b</sup> C	12,23 <sup>b</sup> D	8,97 <sup>b</sup>
W5	18,53 <sup>c</sup> A	25,43 <sup>c</sup> B	29,33 <sup>c</sup> C	32,33 <sup>c</sup> D	26,41 <sup>c</sup>
W7	21,10 <sup>d</sup> A	35,00 <sup>d</sup> B	50,47 <sup>d</sup> C	35,37 <sup>e</sup> D	35,48 <sup>d</sup>
W9	22,10 <sup>e</sup> A	37,53 <sup>e</sup> B	55,10 <sup>e</sup> C	37,10 <sup>e</sup> D	37,96 <sup>e</sup>
Rata-rata	13,48 A	21,20 B	28,99 D	23,41 C	

Keterangan : Nilai rata-rata perlakuan yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada satu kolom dan huruf kapital yang sama pada satu baris adalah tidak berbeda nyata pada taraf uji 5%, berdasarkan uji jarak berganda Duncan (Steel and Torrie, 1981).

gas metana sebesar 17,44%. Akan tetapi pengaruh berbeda terjadi pada penambahan populasi bakteri yang diberikan, semakin banyak populasi bakteri yang diberikan belum tentu menghasilkan proporsi gas metana yang semakin besar. Hal ini disebabkan karena dalam proses pembentukan gas metana merupakan kelanjutan dari dua proses sebelumnya yaitu proses hidrolisis dan proses asidogenesis. Jadi dalam pembentukan gas metana juga ditentukan oleh peranan bakteri pembusuk pada proses hidrolisis dan bakteri pengurai pada proses asidogenesis sehingga berpengaruh terhadap nutrisi (asam asetat) yang akan diubah menjadi gas metana oleh bakteri *methanobacterium*.

Selain itu menurut Junus (1987) dalam proses fermentasi jumlah bakteri asam dan bakteri metanogenik harus bekerja dalam jumlah yang berimbang. Kegagalan dalam produksi metana dapat dikarenakan tidak seimbangnya populasi bakteri metanogenik terhadap bakteri asam yang menyebabkan lingkungan menjadi sangat asam (pH<7) yang selanjutnya menghambat kelangsungan hidup bakteri penghasil metana.

Dalam pembuatan biogas ada banyak faktor yang dapat mempengaruhi produksi gas metana yang dihasilkan diantaranya yaitu keadaan lingkungan abiotis (kondisi anaerob), temperatur, derajat keasaman (pH), rasio perbandingan C dan N, jumlah bakteri, dan waktu atau lamanya fermentasi. Meskipun demikian tidak semua faktor akan dibahas karena keterbatasan alat yang digunakan tidak semua faktor-faktor dapat terukur dalam proses penelitian. Adapun faktor-faktor yang dibahas adalah sebagai berikut:

1. Kondisi lingkungan abiotis

Menurut Sutejo (2002) proses anaerob merupakan faktor terpenting dalam pembuatan biogas oleh sebab itu sebisa mungkin degister biogas tidak boleh sampai bocor. Adapun indikator kebocoran degister biogas adalah meningkatnya persentase gas oksigen (O<sub>2</sub>) pada proses pengukuran dengan menggunakan gas analiser. Pada saat pengukuran apabila persentase gas oksigen melebihi 2% itu menandakan degester mengalami kebocoran. Jika terjadi kebocoran maka dipastikan persentase gas metana akan berkurang dan persentase gas *balance* akan meningkat. Jika kebocoran ini dibiarkan maka tidak akan terbentuk gas metana hal ini disebabkan karena bakteri metanogenik menjadi mati sehingga proses fermentasi tidak berjalan maksimal terhenti hanya pada tahap hidrolisis dan asidogenesis sedangkan proses metanogenesis tidak terjadi. Selain itu jika terjadi kebocoran gas maka gas metana akan bereaksi dengan oksigen menjadi karbon dioksida dan air.

2. Temperatur/Suhu

Suhu lingkungan juga sangat menentukan aktif tidaknya bakteri yang berperan dalam pembuatan biogas. Perkembangbiakan bakteri sangat dipengaruhi oleh suhu. Suhu yang terlalu tinggi atau rendah dapat menyebabkan kurang atau tidak aktifnya mikroba penghasil biogas. Menjaga agar suhu tetap berada pada kondisi optimal merupakan suatu hal yang sangat penting. Kondisi optimum merupakan kondisi dimana laju pertumbuhan mencapai maksimum sehingga laju penguraian senyawa organik juga akan mencapai maksimum. Produksi biogas akan menurun secara cepat akibat perubahan temperatur yang mendadak didalam instalasi pengolahan biogas (Simamora, S et al. 2006) Pada penelitian ini tidak terjadi perubahan suhu yang terlalu tinggi pada setiap minggunya. Semua sampel berada pada suhu ideal yaitu (27°C – 37°C).

3. Karbon dioksida

Dalam proses pembuatan biogas keberadaan gas karbon dioksida merupakan indikator bahwa gas metana akan terbentuk. Pada minggu-minggu awal yaitu dari minggu ke nol sampai minggu ke tiga maka persentase gas karbon dioksida terus meningkat. Pada minggu berikutnya gas karbon dioksida mulai menurun seiring mulai terbentuknya gas metana. Hal ini disebabkan karena terbentuknya gas metana merupakan hasil reduksi dari gas karbon dioksida.

4. Asam sulfida

Asam sulfida merupakan salah satu indikator bau dalam pembuatan biogas ataupun



pengomposan sampah. Asam sulfida merupakan hasil sampingan selain gas karbon dioksida. Semakin besar jumlah asam sulfida dari sampah maka akan semakin menyengat aroma atau bau dari sampah tersebut begitu juga sebaliknya semakin sedikit jumlah asam sulfida maka aroma atau bau busuk dari sampah akan berkurang. Dari hasil penelitian didapat bahwa penambahan bakteri dapat mengurangi bau atau aroma tidak sedap dari sampah. Jika dibandingkan dengan sampel yang tidak ditambahkan bakteri (B0) dimana jumlah H<sub>2</sub>S terus mengalami peningkatan. Sampah yang ditambahkan dengan bakteri menjadi tidak berbau hal ini disebabkan karena hidrogen sulfida yang terbentuk dari pembusukan sampah organik dengan bantuan bakteri akan diubah menjadi ion sulfat dan senyawa sulfur oksida

#### 5. Lama fermentasi

Lama fermentasi berpengaruh terhadap pembentukan biogas karena jika waktu fermentasi belum mencukupi biogas tidak akan terbentuk. Dari hasil penelitian didapat bahwa semakin lama waktu fermentasi maka proporsi gas metana yang dihasilkan akan semakin besar. Laju efektif dari peningkatan proporsi gas metana yang dihasilkan terjadi pada minggu ke tiga sampai dengan minggu ke lima yaitu terjadi peningkatan persentase gas metana sebesar 17,44%. Menurut Hermawan dkk, (2007) persentase gas metana akan maksimum pada kisaran 55-75%. Jadi jika persentase gas metana sudah mencapai maksimum, meskipun waktu fermentasi terus diperpanjang maka persentase gas metana tidak akan mengalami peningkatan.

## 4. SIMPULAN DAN SARAN

### 4.1 Simpulan

Berdasarkan pembahasan maka adapun simpulan pada penelitian ini adalah jumlah bakteri *Methanobacterium* dan lama fermentasi berpengaruh terhadap proporsi gas metana pada pengolahan sampah organik di TPA Suwung Denpasar. Semakin lama waktu fermentasi maka proporsi gas metana yang dihasilkan juga semakin besar, akan tetapi semakin banyak populasi bakteri yang diberikan belum tentu menghasilkan proporsi gas metana yang semakin besar. Hasil terbaik dari kombinasi kedua faktor terjadi pada minggu ke sembilan dengan jumlah bakteri 10<sup>7</sup> CFU/ml yaitu sebesar 55.10%.

### 4.2 Saran

Adapun saran yang dapat penulis sampaikan yaitu dalam penelitian ini alat ukur yang digunakan penulis tidak dapat mengukur volume gas yang dihasilkan. Oleh sebab itu diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengukur volume gas yang dihasilkan dari fermentasi sampah sehingga lebih mudah dihitung potensi daya listrik yang dihasilkan. Selain itu semakin lama waktu fermentasi memerlukan bakteri *metanobacterium* yang lebih sedikit untuk mendapatkan produksi gas metana yang maksimal.

## DAFTAR PUSTAKA

- Dinas Kebersihan dan Pertamanan. 2015. *Data Komposisi dan Volume Sampah*. Denpasar : DKP Kota Denpasar.
- Dodik, P. 2012. *Kompos*. Available from : URL : <http://dodikfaperta.blogspot.com/2012/02/kompos.html>, diakses tanggal 24 Juli 2013.
- Hermawan, dkk. 2007. *Pemanfaatan Sampah Organik sebagai Sumber Biogas Untuk Mengatasi Krisis Energi Dalam Negeri*. Karya Tulis Ilmiah Mahasiswa Universitas Lampung. Bandar Lampung
- Junus. 1987. *Teknik Membuat dan Memanfaatkan Gas Bio*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.
- Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia. 2008. Jakarta : Undang-undang Nomor 18 tahun 2008 Tentang Pengelolaan Sampah
- Nawawi. S. Ir , 2003, *Studi Khusus Pengolahan Sampah Secara Tuntas Di Sarbagita – Bali*. Surabaya :PT. Heliawan Elang Perkasa.
- Nugroho, A. 2006. *Studi Pustaka Pemanfaatan Proses Biokonversi Sampah Organik Sebagai Alternatif Memperoleh Biogas*. Program Studi Pendidikan Kimia PMIPA FKIP UNS.
- Simamora, S. et al. 2006. *Membuat Biogas Pengganti Bahan Bakar Minyak Dan Gas Dari Kotoran Ternak*. Jakarta: AgroMedia Pustaka.
- Steel, R.G.D and J.H Torrie. 1981. *Principles and Procedures of Statistic*. New York : Mc. Graw-Hill Book Co.,Inc.
- Sutejo, M. 2002. *Penambahan Tepung Darah Dalam Pembuatan Pupuk Organik Padat Limbah Biogas dari Fases Sapi dan Sampah Organik Terhadap Kandungan N, P dan K*. Jakarta : Rineka Cipta