

## PENGARUH EM4 (*EFFECTIVE MICROORGANISME*) PADA PRODUKSI BIOGAS DENGAN BAHAN BAKU SAMPAH ORGANIK RUMAH TANGGA

### *EFFECT OF EM4 (EFFECTIVE MICROORGANISM) ON BIOGAS PRODUCTION WITH RAW MATERIALS WASTE ORGANIK HOUSEHOLD*

Muh. Al Furqan Syafiuddin<sup>1</sup>, Drs. Suwandi, M. Si.<sup>2</sup>, Tri Ayodha Ajiwiguna, S.T., M.Eng.<sup>3</sup>  
<sup>1,2,3</sup>Prodi S1 Teknik Fisika, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom.

Email : <sup>1</sup> [Alfurqan.muhammad23@gmail.com](mailto:Alfurqan.muhammad23@gmail.com), <sup>2</sup> [suwandi.sains@gmail.com](mailto:suwandi.sains@gmail.com), <sup>3</sup> [tri.ayodha@gmail.com](mailto:tri.ayodha@gmail.com)

#### ABSTRAK

Biogas merupakan salah satu energi alternatif yang dapat dihasilkan dari fermentasi bahan organik oleh proses anaerob. Bahan baku dalam proses produksi biogas yang digunakan pada penelitian ini yaitu, sampah organik yang berasal dari rumah tangga. Selain ketersediaan bahannya yang melimpah, juga dapat mengurangi pencemaran lingkungan. Namun permasalahan terbesar dalam proses produksi biogas adalah konstruksi, dimana pada umumnya permanen. Sehingga perlu dikembangkan untuk penggunaan skala rumah tangga. Salah satu yang dikembangkan saat ini adalah *homebiogas mobile*. *Homebiogas mobile* merupakan sistem penggunaan biogas skala rumah tangga yang konstruksinya yang lebih sederhana dan mudah digerakkan secara bebas. Secara alami pembentukan biogas cukup memerlukan waktu yang lama dalam proses fermentasi, oleh karena itu dibutuhkan peran aktivator. Aktivator yang digunakan pada penelitian ini EM4 (*Effective mikroorganisme*). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi EM4 pada produksi biogas dengan bahan baku sampah organik rumah tangga dan variasi penambahan EM4 sebesar 5%, 7% dan 9%. Penelitian tersebut dilakukan menggunakan 2 metode yaitu *wet* dan *dry digester*. Dari hasil penelitian pada metode *wet* dan *dry digester*, dengan penambahan konsentrasi EM4 9 % total produksi gas dihasilkan lebih banyak dibandingkan variasi yang lain. Sedangkan pada pengukuran kandungan gas metana, yang menghasilkan paling baik yaitu, penambahan konsentrasi EM4 9% dengan bahan insulasi *rockwool* sebesar 31% pada metode *wet digester*.

Kata kunci: Biogas, Sampah organik rumah tangga, *Homebiogas mobile*, EM4 (*Effective mikroorganisme*)

#### ABSTRACT

*Biogas is one of alternative energy that can be produced from fermentation of organic material by anaerob process. Raw materials in the biogas production process used in this study is, organic waste originating from households. In addition to the availability of abundant materials, also can reduce environmental contamination. But the biggest problem in biogas production process is construction, which in general is permanent. So it needs to be developed for household use. One developed today is the mobile homebiogas. Mobile Homebiogas is a household-scale biogas usage system whose construction is simpler and easier to move freely. Naturally the formation of biogas requires quite a long time in the process of fermentation, therefore it takes the role of activator. Activators used in this study EM4 (Effective microorganisms). This study aims to determine the effect of EM4 concentration on biogas production with raw materials of household organic waste and variations of EM4 addition of 5%, 7% and 9%. The research was conducted using two methods: wet and dry digester. From the results of the research on wet and dry digester method, with the addition of EM4 concentration 9% total gas production produced more dibandingkan other variations. While the measurement of methane gas content, which produces the best is the addition of EM4 concentration of 9% with rockwool insulation material of 31% on wet digester method.*

*Keywords: Biogas, Household organic waste, Homebiogas mobile, EM4 (Effective microorganisms)*

#### 1. Pendahuluan

Sampah merupakan residu atau sisa sengaja yang dibuang oleh manusia maupun proses alam yang belum memiliki nilai ekonomi. Permasalahan yang ditimbulkan dari pembuangan sampah tersebut seperti, kesehatan, kenyamanan, dan pengotoran lingkungan. Sampah berasal dari kegiatan industri, pasar, rumah tangga, hotel, stasiun, terminal serta rumah sakit, dan perkantoran. Berdasarkan hasil survey tentang produksi kegiatan terhadap sampah menunjukkan bahwa 73% sampah berasal dari rumah tangga, 14% sampah dari hotel, 5% dari sampah pasar, dan 8% lainnya berasal dari sampah rumah sakit, terminal serta kantor[1]. Dengan mengamati potensi tersebut, diperlukan penanganan dan pemanfaatan yang tepat, khususnya sampah organik rumah tangga. Pemanfaatan yang dapat dilakukan yaitu sebagai bahan baku pembuatan biogas untuk kebutuhan rumah tangga. Namun, salah satu masalah terbesar dalam pembuatan biogas yaitu konstruksi dimana pada umumnya permanen,

sehingga diperlukan biaya, instalasi, pengoperasian dan pemeliharaan yang cukup besar dalam penggunaan biogas skala rumah tangga. Oleh karena itu, salah satu solusi yang dikembangkan saat ini adalah *Homebiogas mobile*. *Homebiogas mobile* merupakan sistem penggunaan biogas skala rumah tangga yang konstruksinya lebih sederhana dan mudah pengoperasian serta dapat digerakkan dengan bebas[2].

Proses biogas yang dihasilkan sampah organik merupakan gas mudah terbakar (*flammable*), didominasi senyawa metana ( $\text{CH}_4$ ), dan senyawa karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ). Gas ini dihasilkan proses fermentasi bahan organik oleh bakteri anaerob yang tahan pada wilayah atau area yang kedap udara[3]. Penelitian ini, bertujuan untuk memberikan solusi pembuatan biogas yang *mobile* dalam skala rumah tangga. Pokok bahasan yang difokuskan pada sampah organik rumah tangga sebagai bahan baku produksi biogas. Sampah organik ini akan menghasilkan gas senyawa metana ( $\text{CH}_4$ ) dan senyawa karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ) yang mudah terbakar ketika membusuk. Secara alami pembentukan biogas cukup lama karena *Effective Mikroorganismes* yang berperan dalam proses fermentasi hanya berasal dari bahan sampah organik yang membusuk. Untuk meningkatkan efisiensi proses pembentukan sampah organik memerlukan optimalisasi peranan mikroorganisme. Hal ini dapat dilakukan dengan menambahkan aktivator EM4 (*Effective Mikroorganismes*).

## 2. Bahan dan Metodologi

### 2.1 Bahan Baku Pembuatan Biogas

#### 1. *Effective Microorganismes (EM4)*

*Effective Microorganismes (EM4)* merupakan mikroorganisme (bakteri) pengurai yang dapat membantu dalam pembusukkan sampah organik. EM4 berisi sekitar 80 genus mikroorganisme fermentasi, diantaranya bakteri fotosintetik, *Lactobacillus sp.*, *Streptomyces sp.*, *Actinomycetes sp.* dan ragi.

Tabel 2.1 Komposisi EM4

NO	Jenis Mikroba	Nilai
1.	<i>Lactobacillus sp</i>	$8,7 \times 10^5$
2.	Bakteri Pelarut Fosfat	$7,5 \times 10^6$
3.	Ragi	$8,5 \times 10^6$
4.	<i>Actinomycetes sp</i>	+
5.	Bakteri Fotosintetik	+

Sumber: Lab. Fak. MIPA IPB Bogor, 2006; Lab. EMRO INC, JAPAN, 2007.

Tabel 2.2 Kandungan Zat Hara EM4

1.	Fe	5,54
2.	Al	0,1
3.	Zn	1,90
4.	Cu	0,01
5.	Mn	3,29
6..	Na	363
7.	B	20
8.	N	0,07
9..	Ni	0,92
10.	K	7,675
11.	P	3,22
12.	Cl	27,05
13.	pH	3,9

Sumber: Lab. Fak. MIPA IPB Bogor, 2006; Lab. EMRO INC, JAPAN, 2007

#### 2. Sampah Organik

Sampah organik terdiri dari bahan-bahan penyusun tumbuhan dan hewan yang berasal dari kegiatan pertanian, perikanan dan rumah tangga. Sampah organik ini dengan mudah diuraikan dalam proses alami. Komposisi rata-rata khususnya di Indonesia mayoritas adalah sampah organik sebesar 73,98%, selanjutnya di ikuti sampah anorganik sebesar 26,3% [7].

Dari data tersebut, sampah organik bisa menjadi bahan energi alternatif yang mempunyai nilai ekonomis yang tinggi. Salah satunya sebagai bahan pembuatan biogas. Dalam penelitian ini mencoba memanfaatkan limbah organik khususnya rumah tangga, sebagai bahan pembuatan biogas. Komposisi yang terkandung didalam 100 gr sampah organik rumah tangga, dapat dilihat Tabel 2.3

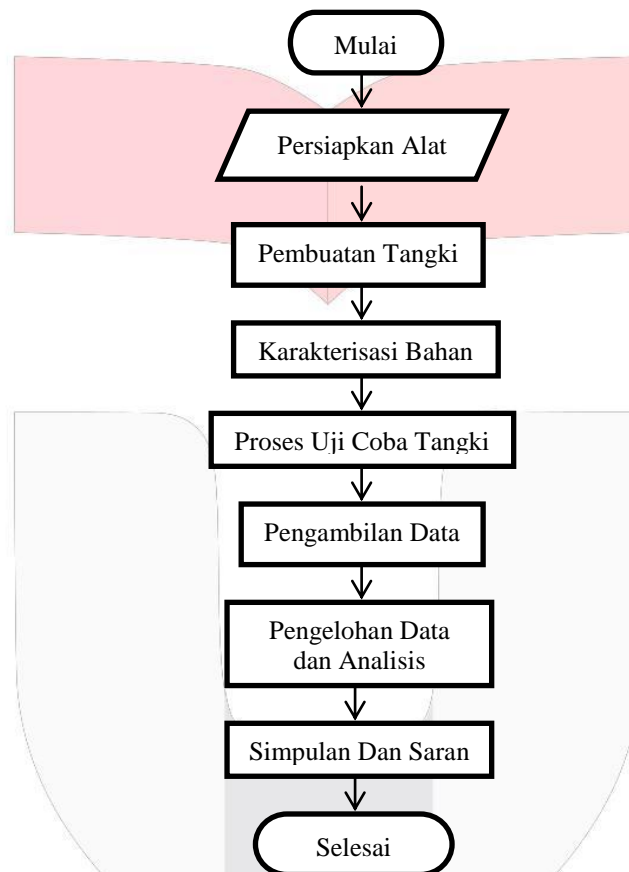
Tabel 2.3 Komposisi Sampah Rumah Tangga

Komposisi	Ukuran %
Fat	17,8
Protein	12,5
Slow degradable organic	4,4
Medium degradable carbohydrate	23,1
Fast degradable carbohydrate	22,2
Total	8

Source: Urban Biodegradable Waste Amount and Composition – Case Study Uppsala

2.2 Metodologi Penelitian

1. Diagram Alur



Gambar 2.1 Diagram Alur Pembuatan biogas

2. Pembuatan Biogas

Proses pembuatan biogas pada penelitian ini dilakukan menggunakan 2 metode yaitu, *wet* dan *dry* digester. Pada metode *wet* digester menggunakan total campuran substrat sebesar 15 kg, dan *dry* digester menggunakan total campuran substrat sebesar 7.5 kg, dengan penambahan variasi konsentrasi EM4 5%, 7%, dan 9% terhadap perilaku masing-masing. Berikut ini Tabel 2.4 dan 2.5 merupakan komposisi campuran substrat dari kedua metode tersebut.

Tabel 2.4 Komposisi campuran substrat *wet* digester

NO.	Konsentrasi EM4 (%)	Perbandingan		
		Sampah Organik Rumah Tangga (Kg)	Air (Kg)	EM4 (Kg)
1	5	7,5	7,5	0,75
2	7	7,5	7,5	1,05
3	9	7,5	7,5	1,35

Tabel 2.5 Komposisi campuran substrat *dry* digester.

NO.	Konsentrasi EM4 (%)	Perbandingan	
		Sampah Organik Rumah Tangga (Kg)	EM4 (Kg)
1	5	7,5	0,37
2	7	7,5	0,52
3	9	7,5	0,67

### 3. Pembahasan

#### 1. Pengamatan Temperatur Biogas

Pada penelitian ini dilakukan pengamatan temperatur didalam tangki digester, guna mengetahui jenis bakteri dan temperatur rata-rata paling tinggi yang dihasilkan oleh variasi EM4. Penelitian tersebut dilakukan selama 7 hari, dengan menggunakan 2 metode yaitu *wet* dan *dry* digester. Adapun hasil pengamatan temperatur biogas sebagai berikut.

Tabel 3.1 Pengamatan temperatur biogas *wet* digester

Waktu (Hari ke-)	EM4 5% (°C)	EM4 7% (°C)	EM4 9% (°C)
1.	27,65	26,89	26,98
2.	27,75	27,61	27,85
3.	27,53	27,97	28,16
4.	26,82	26,85	27,09
5.	26,13	25,94	26,22
6.	26,44	26,41	26,65
7.	25,52	25,67	25,96
<b>Total Rata-rata</b>	<b>26,65</b>	<b>26,76</b>	<b>26,98</b>

Tabel 3.2 Pengamatan temperatur biogas *dry* digester

Waktu (Hari ke-)	EM4 5% (°C)	EM4 7% (°C)	EM4 9% (°C)
1.	24,41	24,41	24,41
2.	24,39	24,74	24,47
3.	25,23	25,47	25,38
4.	26,13	26,29	26,23
5.	26,71	26,44	26,93
6.	24,16	24,54	24,23
7.	24,59	24,71	25,05
<b>Total Rata-rata</b>	<b>25,08</b>	<b>25,23</b>	<b>25,24</b>

Tabel 3.1 dan 3.2 menunjukkan bahwa temperatur rata-rata seluruh konsentrasi yang bekerja masing-masing didalam tangki digester selama 7 hari berada dikisaran antara 26-27°C dan 25°C. Temperatur tersebut merupakan jenis bakteri *mesophilic* yang tumbuh dan berkembang secara optimal.. Pada Tabel 3.1 terlihat bahwa temperatur yang paling tinggi yaitu, penambahan konsentrasi EM4 9% dengan nilai rata-rata 26,98°C. Sedangkan untuk Tabel 3.2 temperatur yang paling tinggi yaitu, penambahan konsentrasi EM4 9% dengan nilai rata-rata 25,24°C.

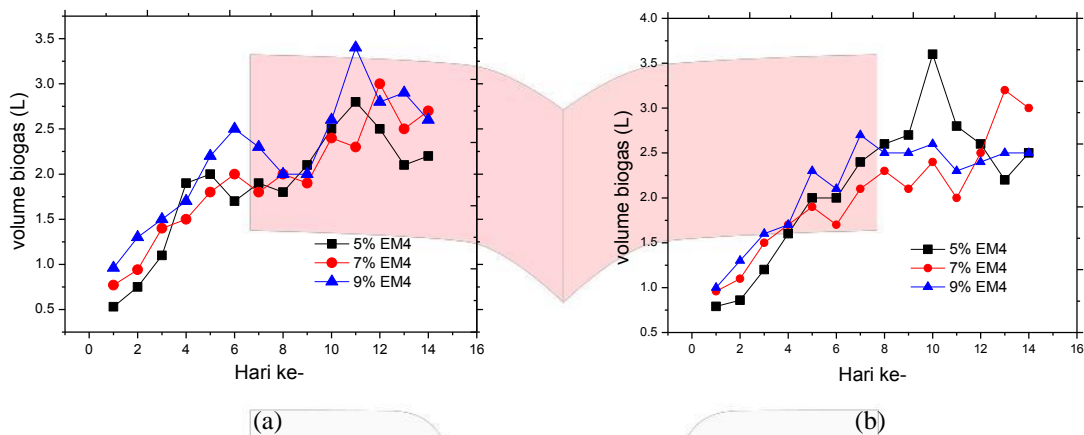


Gambar 3.1 Proses pengamatan temperatur

2. Pengaruh Konsentrasi EM4 Pada Produksi Biogas

Pengambilan data pengaruh variasi konsentrasi EM4 pada produksi biogas menggunakan 2 metode yaitu *wet* dan *dry* digester. Pada pembuatan kedua metode tersebut, dilakukan dengan cara mengukur volume gas pada balon yang dihubungkan ke tanki digester, dengan menggunakan selang *compressor*. Setelah balon terisi dengan gas, kemudian balon tersebut dimasukkan kedalam ember yang sudah terisi air, lalu diberikan tanda berupa angka pada ember tersebut. Jumlah nilai ketinggian air yang naik diasumsikan sama dengan jumlah volume yang dihasilkan. Cara seperti ini menggunakan pendekatan dengan Hukum *Archimedes*. Pada tahap ini juga, dilakukan dua variasi bahan insulasi yaitu, *rockwool* dan *polyfoam* dengan ketebalan masing-masing 5cm. Hal ini bertujuan untuk menjaga temperatur didalam tanki digester. Penelitian ini dilakukan setiap hari selama 14 hari. Berikut ini grafik hasil data pengaruh variasi konsentrasi EM4 pada produksi biogas dari kedua digester dan bahan insulasi yang digunakan.

1. Metode *Wet* digester



Gambar 3.2 Grafik pengaruh variasi konsentrasi EM4 terhadap produksi biogas per hari (a) Menggunakan bahan insulasi *rockwool* (b) Bahan insulasi *polyfoam*

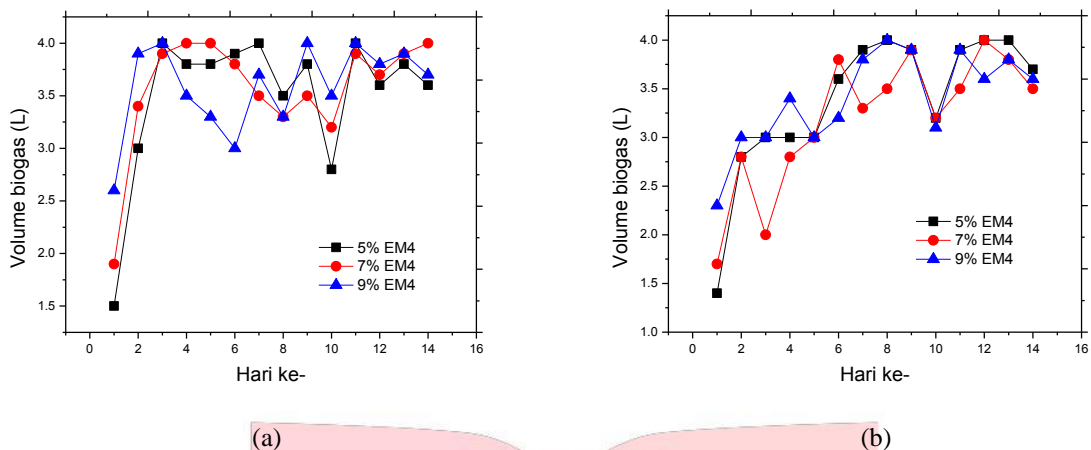
Tabel 3.3 Perbandingan total produksi volume biogas *wet* digester

Konsentrasi EM4 (%)	Total Produksi Volume Biogas (L)	
	Bahan Insulasi	
	<i>Rockwool</i>	<i>Polyfoam</i>
5	25,88	29,75
7	27,01	28,46
9	30,76	30

Dari Gambar 3.2 menunjukkan bahwa biogas yang dihasilkan dari variasi EM4 terus meningkat. Pada Gambar a terlihat bahwa penambahan variasi EM4 5% dan 9% memiliki kenaikan volume maksimum pada hari ke 11 yaitu, mencapai 2,8 liter, dan 3,5 liter. Sedangkan dengan penambahan konsentrasi EM4 7% memiliki kenaikan volume maksimum pada hari ke 12 sebesar 3 liter. Pada Gambar b menunjukkan dengan penambahan variasi EM4 5% memiliki kenaikan volume maksimum pada hari ke 10 yaitu, mencapai 3,6 liter, serta penambahan variasi EM4 7% memiliki kenaikan volume pada hari ke 13 sebesar 3,2 liter. Sedangkan dengan penambahan variasi EM4 9% memiliki kenaikan volume maksimum pada hari ke 8 yaitu, mencapai 3,5 liter.

Pada Tabel 3.3 merupakan perbandingan total produksi volume biogas yang dihasilkan setiap hari selama 14 hari, dari variasi EM4 dengan menggunakan bahan insulasi *rockwool* dan *polyfoam*. Pada bahan insulasi *rockwool*, total volume biogas yang menghasilkan lebih banyak yaitu, penambahan variasi EM4 9% sebesar 30,76 liter, dan total volume produksi biogas yang menghasilkan sedikit yaitu, penambahan variasi EM4 5% dengan nilai 25,88 liter. Sedangkan untuk bahan insulasi *polyfoam*, total volume biogas yang menghasilkan lebih banyak yaitu, penambahan konsentrasi EM4 9% sebesar 30 liter, serta volume biogas yang menghasilkan sedikit yaitu, penambahan konsentrasi EM4 7% dengan nilai 28,46 liter.

2. Metode Dry digester



Gambar 3.3 Grafik pengaruh variasi konsentrasi EM4 terhadap produksi biogas per hari (a) Menggunakan bahan insulasi *rockwool* (b) Bahan insulasi *polyfoam*

Tabel 4.4 Perbandingan total produksi volume biogas *dry digester*

Konsentrasi EM4 (%)	Total Produksi Volume Biogas (L)	
	Bahan Insulasi	
	<i>Rockwool</i>	<i>Polyfoam</i>
5	49,10	47,40
7	50	44,80
9	50,20	47,60

Dari Gambar 4.4 dan 4.5 terlihat bahwa biogas yang dihasilkan dari variasi EM4 cenderung fluktuatif. Hal ini disebabkan, adanya perubahan temperatur lingkungan setiap harinya. Pada Gambar 4.4 terlihat bahwa variasi konsentrasi EM4 dari hari 1 sampai ke 3 volume biogas yang dihasilkan meningkat tajam. Variasi dengan penambahan EM4 5% memiliki kenaikan volume maksimum pada hari ke 3, 7, dan 11 sebesar 4 liter. Sedangkan dengan penambahan variasi EM4 7% dan 9% memiliki masing-masing kenaikan volume maksimum pada hari ke 4, 5, 14 dan 3, 9, 11 sebesar 4 liter. Pada Gambar 4.5 menunjukkan penambahan variasi EM4 5% memiliki kenaikan volume maksimum pada hari ke 8, 12, dan 13 yaitu mencapai 4 liter. Sedangkan dengan penambahan konsentrasi EM4 7% dan 9% memiliki masing-masing kenaikan volume maksimum pada hari ke 12 dan 8 sebesar 4 liter.

Pada Tabel 4.4 merupakan perbandingan total produksi volume biogas yang dihasilkan setiap hari selama 14 hari, dari variasi konsentrasi EM4 dengan menggunakan bahan insulasi *rockwool* dan *polyfoam*. Pada bahan insulasi *rockwool*, total volume biogas yang menghasilkan lebih banyak yaitu penambahan variasi EM4 9% sebesar 50,20 liter, dan total volume biogas yang menghasilkan sedikit yaitu penambahan variasi EM4 5% dengan nilai 49,10 liter. Sedangkan untuk bahan insulasi *polyfoam*, total produksi volume biogas yang menghasilkan lebih banyak yaitu penambahan variasi EM4 9% sebesar 47,60 liter, dan total volume biogas yang menghasilkan sedikit yaitu penambahan variasi EM4 7% sebesar 44,80 liter.



Gambar 3.2 Proses produksi volume biogas pada *wet* dan *dry digester* menggunakan bahan insulasi *rockwool* dan *polyfoam*

### 3. Pengukuran Kandungan Gas

Pengukuran kandungan biogas dari variasi konsentrasi EM4 pada metode *wet* dan *dry* digester. Dilakukan dengan cara mengambil sampel gas dari variasi konsentrasi masing-masing, menggunakan balon sebagai wadah. Setelah balon terisi gas, kemudian dibawa ke Lab.ITB, guna mengukur isi kandungan gas metana yang ada didalam biogas dengan menggunakan alat *Gas Chromatography* (GC). Berikut ini tabel hasil pengukuran data kandungan gas metana pada biogas

Tabel 4.5 Hasil kandungan gas metana *wet* digester

Konsentrasi EM4 (%)	Kandungan Gas Metana (%)	
	Bahan Insulasi	
	<i>Rockwool</i>	<i>Polyfoam</i>
5	0,4	2,2
7	4,5	-
9	31	0.7

Tabel 4.6 Hasil kandungan gas metana *dry* digester

Konsentrasi EM4 (%)	Kandungan Gas Metana (%)	
	Bahan Insulasi	
	<i>Rockwool</i>	<i>Polyfoam</i>
5	12,31	-
7	-	7,19
9	1,35	-

Tabel 4.5 dan 4.6 merupakan data hasil pengukuran kandungan gas metana dari variasi EM4 dengan metode *wet* dan *dry* digester. Pembentukan kandungan gas metana tersebut muncul pada hari ke 14, sehingga pengukuran dilakukan pada hari tersebut. Pada Tabel 4.5 terlihat bahwa yang menghasilkan kandungan gas metana paling baik yaitu penambahan variasi EM4 9% dengan bahan insulasi *rockwool* sebesar 31%. Sedangkan kandungan gas metana yang tidak menghasilkan yaitu penambahan konsentrasi EM4 7% dengan bahan insulasi *polyfoam*. Dari Tabel 4.6 dapat dilihat yang menghasilkan kandungan gas metana paling baik yaitu, penambahan variasi EM4 5% dengan bahan insulasi *rockwool* sebesar 12,31%. Sedangkan kandungan gas metana yang tidak menghasilkan yaitu, penambahan variasi EM4 5% dan 9% dengan bahan *polyfoam* dan 7% dengan bahan *rockwool*.

### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa pengaruh konsentrasi EM4 pada produksi biogas, total produksi volume biogas paling banyak dihasilkan dari metode *wet* dan *dry* digester yaitu, penambahan konsentrasi EM4 9% dengan menggunakan bahan insulasi *rockwool*. Dari hasil pengukuran kandungan biogas, bahwa gas metana muncul pada hari ke 14. Sehingga didapatkan dari pengukuran kandungan gas metana, yang menghasilkan paling baik yaitu, penambahan konsentrasi EM4 9% dengan bahan insulasi *rockwool* sebesar 31% pada metode *wet* digester. Diharapkan adanya penelitian dan pengembangan lebih lanjut untuk memperbaiki kekurangan Tugas Akhir ini. Sebaiknya proses pencampuran bahan sampah organik rumah tangga menggunakan alat penggiling makanan, agar campuran antara bahan bisa homogen dan menghasilkan biogas yang optimal. Pengaruh tanpa pengaduk dalam proses produksi biogas perlu dikaji lagi.

### Daftar Pustaka

- [1] Darmawan, Aang, dkk . (2013). Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral. (2013). Kajian *Supplay Demand Energy*. [https://www.esdm.go.id/assets/media/content/Supply\\_demand\\_energy\\_2013](https://www.esdm.go.id/assets/media/content/Supply_demand_energy_2013) (2 Oktober 2017).
- [2] Blimbi. 11 Juli, 2017 . *Homebiogas dan Advantages and disadvantage*. <https://homebiogas.com/blog/advantages-and-disadvantages-of-biogas/> (6 Oktober 2017).
- [3] Mubarak, Zakki; dkk. (2013). Pemanfaatan Limbah Sayur dan Kotoran Sapi sebagai Energi Alternatif (Biogas). Prodi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi.
- [4] Anonim. 2008. Masalah Sampah Di Indonesia. Kompas 2008.

- [5] Irawan, Dwi; dkk. (2016). Pengaruh EM4 (*EFFECTIVE MICROORGANISME*) Terhadap Produksi Biogas Menggunakan Bahan Baku Kotoran Sapi. Vol. 5 No. 1. 2016 p-ISSN: 2301-6663, e-ISSN: 2477-250X Jurnal Teknik Mesin Univ. Muhammadiyah Metro.
- [6] Abidin, Zaenal; dkk. (2012). Pembengan proses degradasi sampah organik untuk produksi biogas dan pupuk. Program studi pendidikan kimia jurusan PMIPA FKIP UNS
- [7] S. Hadiwijoto. (1983). Penangana dan Pemanfaatan Sampah. Penerbit Yayasan Idayu Jakarta.
- [8] Jonsshon, Hakkan, dkk. (1996). Urban Biodegradable Waste Amount and Composition. Upassala 1966.
- [9] Li, Chaorang. (2015). Wet and Dry Anaerobic Digestion of Biowaste and of Co-substrates. Karlsruhe 2015
- [10] Mikrajuddin, A. (2004). *IPA FISIKA* 2. Jakarta: Erlangga  
<http://riopriambodo.blogspot.com/2013/11/definisi-manometer.html>
- [11] Veiga, C, MR; dkk. (1990). A New Device For Measurement and Control Of Gas Production by Bench Scale Anaerobic Digeters. *War. R~s.* Vol. 24, No. 12, pp. 1SS1-1S54, 1990.
- [12] Prakash Parajuli. (2008). Biogas Measurement Techniques anad Associsted errors.
- [13] Selly Meidiansari. (2012). Kajian Pemakaian Sampah Organik Rumah Tangga Untuk Masyarakat Berpenghasilan Rendah Sebagai Bahan Baku Pembuatan Biogas.

